

На правах рукописи



ЗУГА Игорь Михайлович

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
СХЕМ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Специальность 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования
(промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Владимир
2012

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Омский государственный технический университет».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
ХОМЧЕНКО Василий Герасимович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
РУФИЦКИЙ Михаил Всеволодович;

кандидат технических наук, доцент
ЗАРИПОВА Раиса Хантемировна

Ведущая организация: ОАО «ВНИПИнефть», г. Москва

Защита диссертации состоится 06 июня 2012 г. в 15:00 на заседании диссертационного совета Д 212.025.01 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ауд. 335-1.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ВлГУ.

Автореферат разослан «03» мая 2012 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, просим направлять по адресу университета: 600000, г. Владимир, ул. Горького 87, ВлГУ, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.025.01

Ученый секретарь
диссертационного совета
д.т.н., доцент



Н. Н. Давыдов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Экономическое развитие страны непосредственно зависит от расширения производственной базы прежде всего в машиностроительной, нефтехимической, нефтегазоперерабатывающей и некоторых других отраслях промышленности.

Строительство производственных комплексов названных отраслей промышленности связано с высокими материальными и финансовыми затратами, объем которых в значительной степени определяется экономически правильным размещением отдельных объектов этих комплексов относительно друг друга на этапе разработки их генеральных планов.

Проблема оптимального размещения достаточно большого числа объектов на выделенной территории, как правило, встает уже на ранней стадии проектирования производственных комплексов в прединвестиционный период его создания в условиях существенной неопределенности. Принимаемые на этом этапе решения являются весьма ответственными, так как они в значительной степени определяют сроки выполнения и качество проекта, затраты на его реализацию, а в последующем и эксплуатационные расходы предприятия.

К основным показателям качества схемы размещения объектов в первую очередь следует отнести затраты на создание и эксплуатацию коммуникационных связей между объектами, площадь и габариты территории, необходимой для размещения объектов проектируемого производственного комплекса, а в некоторых случаях и длина периметра этой территории.

В настоящее время хорошо известны методы решения задач о назначении объектов на предварительно выделенные места их возможного положения. Задачи такого типа решаются, как правило, на основе подходов, характерных для целочисленного линейного математического программирования.

При проектировании производственных комплексов машиностроительной, нефтехимической и других отраслей промышленности места возможного расположения каждого отдельного объекта не могут быть в общем случае назначены предварительно, а должны быть определены в процессе проектирования, во-первых, из условия выполнения ряда регламентированных требований на взаимное расположение объектов относительно друг друга, а во-вторых, из условия оптимизации схем расположения по требуемым критериям. Задачи размещения объектов при неназначенных заранее местах их возможного положения решаются в настоящее время эвристическими методами на основе интуиции и опыта проектировщика.

В связи с изложенным разработка методов проектирования оптимизированных схем расположения объектов производственных комплексов при незакрепленных предварительно местах их возможного размещения с учетом требуемых ограничений является актуальной задачей.

Цель работы заключается в повышении качества генеральных планов производственных комплексов и в сокращении сроков их разработки путем создания системы автоматизации проектирования оптимальных по заданным критериям схем расположения объектов при незакрепленных предварительно

местах возможного расположения этих объектов с учетом требуемых ограничений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи.

1. Разработать математические модели для синтеза схем расположения объектов при незакрепленных предварительно местах их возможного расположения из условия минимизации затрат на реализацию коммуникационных связей между объектами производственных комплексов, минимизации площади, габаритов и периметра занимаемой ими территории.

2. Получить в аналитическом виде дополнительные условия синтеза, ограничивающие допустимые области изменения свободных параметров.

3. Разработать алгоритмы однокритериальной и многокритериальной оптимизации в задачах о расположении объектов с использованием методов теории нелинейного математического программирования.

4. Выполнить численные эксперименты с целью проверки адекватности полученных математических моделей, сходимости вычислительных процессов и изучения характерных особенностей гиперповерхности целевых функций в задачах о расположении объектов.

5. Создать на основе полученных математических моделей и алгоритмов оптимизации систему автоматизации проектирования схем расположения объектов с разработкой соответствующего программного обеспечения.

6. Осуществить проектирование схем расположения объектов ряда производственных комплексов как основы для разработки подробных генеральных планов.

Методы исследований. В работе использованы методы теории оптимизации, методы нелинейного математического программирования, матричного исчисления, аналитической геометрии, теории автоматизированного проектирования, теории алгоритмов и объектно-ориентированного программирования.

Научная новизна исследования.

1. Предложены математические модели и методики определения критериев, характеризующих затраты на коммуникационные связи между объектами, площадь, габариты и периметр занимаемой ими территории, а также дополнительных условий, учет которых необходим при проектировании схем расположения объектов при незадаанных предварительно местах их возможного расположения.

2. Разработаны методы и алгоритмы оптимизационного проектирования схем расположения объектов производственных комплексов по основным критериям, определяющим качество этих схем: затраты на коммуникационные связи между объектами, площадь, габариты и периметр территории, занимаемой объектами, с учетом дополнительных требований и при условии, что вероятные места размещения объектов предварительно не заданы.

3. Исследованы свойства критериальных и целевых функций при различных типах исходных данных, установлен эффект возникновения «симметричных» схем расположения объектов, показано, что предложенные критерии оптимизации схем расположения объектов являются согласными в зонах, удален-

ных от их оптимального значения, и противоречивыми в зоне расположения их минимумов.

4. Создана методика автоматизированного проектирования схем расположения объектов производственных комплексов, позволяющая получать на начальной наиболее ответственной стадии разработки проекта предприятия оптимальное по соответствующему критерию качества размещение объектов с учетом необходимых требований при относительно небольших затратах машинного времени.

На защиту выносятся следующие положения.

1. Математические модели и методики определения критериев, характеризующих затраты на создание и эксплуатацию коммуникационных связей между объектами производственных комплексов, площадь, габариты и периметр занимаемой объектами территории, и расчета дополнительных условий проектирования схем их расположения при незакрепленных предварительно местах их возможного расположения.

2. Методы и алгоритмы оптимизационного синтеза схем расположения объектов при незакрепленных предварительно местах их возможного положения из условия минимизации затрат на коммуникационные связи между объектами производственных комплексов, минимизации площади, габаритов и периметра занимаемой ими территории с учетом необходимых ограничений на взаиморасположение объектов как основы для создания эффективного программного продукта.

3. Исследования критериальных и целевых функций, подтвердивших необходимость и возможность синтеза оптимальных схем расположения объектов при предварительно незакрепленных местах их вероятного положения на выделенной для производственного комплекса территории.

4. Система автоматизации проектирования схем расположения объектов производственных комплексов, позволяющая в прединвестиционный период принятия решений получать территориальное взаиморасположение объектов на генеральном плане, оптимальное по требуемому критерию качества с учетом дополнительных требований.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что предложенные в ходе выполнения исследований математические модели и теоретические положения доведены до конкретных алгоритмических процедур, на основе которых создано соответствующее программное обеспечение, объединенное затем в целостную систему автоматизации проектирования оптимальных по требуемым качественным критериям схем расположения объектов производственных комплексов.

Предложенная в диссертационной работе система автоматизации проектирования схем расположения применяется рядом проектных организаций при разработке генеральных планов предприятий нефтегазового комплекса. Теоретические положения диссертации, использованы в учебном процессе кафедры «Автоматизация и робототехника» Омского государственного технического университета.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались на:

- международной научно-практической конференции «Нефтепереработка-2009», 26-29 мая 2009 г., г. Уфа;
- VII международной научно-технической конференции «Динамика систем, механизмов и машин», 10-12 ноября 2009 г., г. Омск;
- международной научно-практической конференции «Нефтегазопереработка-2010», 25-28 мая 2010 г., г. Уфа.

Публикации. Основное содержание диссертации отражено в 10 научных работах автора, из которых 2 работы опубликованы в журнале, входящем в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, 3 – в сборниках трудов Международных научно-технических и научно-практических конференций, 5 – депонированы в ВИНТИ.

Внедрение результатов работы. Методика и система автоматизации проектирования схем расположения объектов производственных комплексов внедрена в ОАО «Сибнефтетранспроект», ОАО «Омскавиапроект», ОАО «Омскнефтехимпроект», а также в учебный процесс в ОмГТУ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, изложенных на 209 страницах основного текста, в том числе – из 67 рисунков и 34 таблиц, библиографического списка (114 наименований) и 3-х приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность разработки методики синтеза схем расположения объектов при незакрепленных предварительно местах их возможного расположения и создания системы автоматизации проектирования оптимизированных схем расположения объектов производственных комплексов. Сформулированы научная новизна, основные положения, выносимые на защиту, приведены сведения о практической значимости работы.

В первой главе диссертации дан обзор проблем и существующих методов решения задач о размещении объектов производственных комплексов машиностроительной, нефтехимической, нефтегазоперерабатывающей и других отраслей промышленности.

Выделено два типа задач о размещении: задачи о назначении (первый тип), когда места возможного положения объектов заданы, и задачи о расположении (второй тип), когда места возможного положения объектов заранее не определены и находятся в ходе решения задачи.

Отмечается, что в настоящее время наиболее полно решены проблемы, связанные с решением задач первого типа. Большой вклад в развитие методов решения этой задачи внесли Купманс Т.С., Армор Г.К., Буффа Е.С., Гаветт Д.В., Гилмор П.К., Литтл Д.Д., Козловский В.А., Козловская Э.А., Колоколов А.А., Забудский Г.Г., Макаров В.М. и другие ученые.

Отмечается недостаточное развитие методов решения задач второго типа и обосновывается, что для решения задач этого типа наиболее целесообразно

использовать методы теории оптимизации и, в частности, методы нелинейного программирования с учетом необходимых ограничений.

Приведен анализ существующих систем автоматизации проектирования схем размещения объектов, которые в основном направлены на конструкторскую проработку генеральных планов предприятий.

На основе результатов анализа литературного обзора сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе предложены математические модели и методы решения задачи о расположении объектов производственных комплексов при незакрепленных предварительно местах их возможного размещения на выделенной территории. Задача о размещении объектов сформулирована как оптимизационная задача, решение которой осуществляется путем поиска мест расположения объектов проектируемой производственной структуры из условия минимизации определенного критерия при выполнении необходимых ограничений. В качестве критериев, отражающих качество схемы расположения объектов, в работе приняты критерии, характеризующие условные затраты на реализацию коммуникационных связей между объектами, площадь, габариты и периметр территории, занимаемой объектами.

Критериальная функция K_C , являющаяся количественным показателем качества схемы расположения по затратам на реализацию коммуникационных связей между объектами, представляется в виде:

$$K_C = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n c_{ij} \times f_{ij}(V), \quad (1)$$

где: c_{ij} - уровень удельных коммуникационных затрат между i -м и j -м объектами; f_{ij} - длина (относительная или абсолютная) коммуникаций между i -м и j -м объектами; $V = (x_i, y_i)$ - вектор координат x и y центров i -го и j -го объектов размерностью $2n \times 1$ (вектор свободных параметров синтеза схем); n - число объектов рассматриваемой производственной структуры.

В качестве ограничений на взаимное расположение объектов, определяющих область их возможного положения, в работе приняты регламентированные минимально допустимые расстояния между объектами на просвет.

В этом случае область возможного расположения объектов описывается следующей системой неравенств:

$$l_{ij}(x_i, y_i; x_j, y_j) \geq d_{ij}, \quad (2)$$

где: l_{ij} и d_{ij} - соответственно кратчайшее и минимально допустимое расстояния между определенными характерными точками объектов.

Для автоматизированного выполнения условия (2) сформирована функция штрафа

$$S(V) = \sum_{i=1}^{i=n-1} \sum_{j=i+1}^{j=n} s_{ij}(V), \quad (3)$$

где: $s_{ij}(V)$ - частная штрафная функция, рассчитываемая различным образом в зависимости от выполняемого этапа синтеза схем.

В работе с целью улучшения сходимости вычислительного процесса оптимизационный синтез схем ведется в два этапа, определяемых способом расчета функции штрафа (3): на первом этапе объекты представляются в виде окружностей, а на втором в виде – прямоугольников, охватывающих в плане контуры объектов. На первом этапе частная штрафная функция $s_{ij}(V)$ определяется путем сравнения регламентированных минимально допустимых и фактических расстояний между центрами объектов. Для расчета штрафной функции на втором этапе территория вокруг i -го объекта разбивается на восемь областей, в которых может находиться j -й объект (рис. 1).

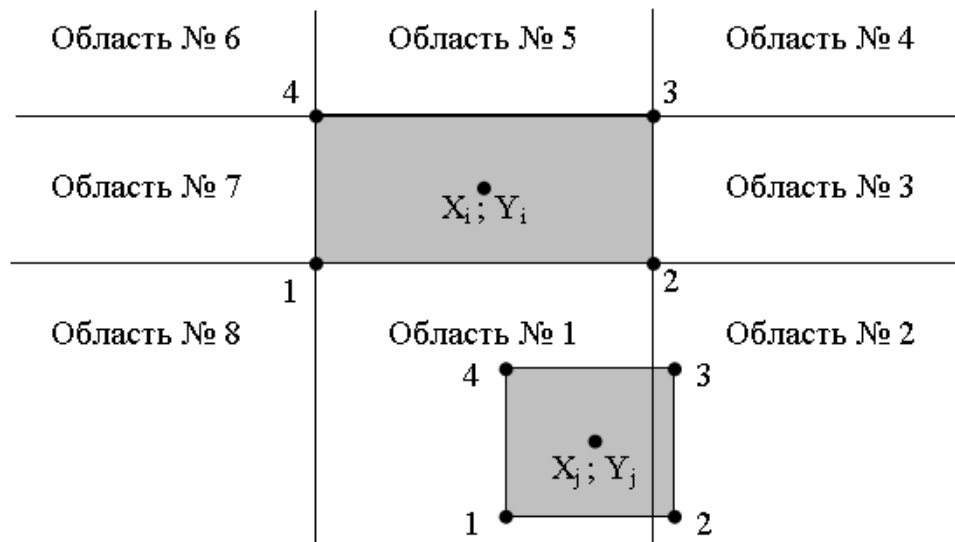


Рис. 1. Области возможного расположения j -го объекта относительно i -го

В этом случае частная штрафная функция определяется сравнением с минимально допустимым расстоянием между объектами на просвет либо расстояний между сторонами i -го и j -го прямоугольников, представляющих объекты (области 1, 3, 5, 7), либо между соответствующими угловыми точками этих прямоугольников (области (2, 4, 6, 8).

Целевая функция для решения задачи о расположении объектов рассматриваемой производственной системы из условия минимизации затрат на реализацию коммуникаций сформирована как линейная комбинация критериальной (1) и штрафной (3) функций:

$$Z_c(V) = K_c(V) + p \times S(V), \quad (4)$$

где p – параметр, позволяющий регулировать влияние функции штрафа (3) на свойства целевой функции (4).

Поставленная оптимизационная задача о расположении объектов представлена как типичная задача нелинейного математического программирования, а именно:

$$Z^c_{\min} = \min_{V \in W} Z_c(V), \quad (5)$$

где W - область возможных (допустимых) значений свободных параметров целевой функции (4), определяемая функцией штрафа (3).

Таким образом, задача оптимального расположения объектов из условия минимизации коммуникационных затрат при предварительно неназначенных местах их (объектов) возможного размещения будет решена, если будет определен тем или иным способом минимум целевой функции (4) в формулировке (5).

В качестве критерия для оценки занимаемой объектами площади без потери строгости используется как первое приближение площадь выпуклого многоугольника, охватывающего центры геометрических образов объектов (рис. 2). Площадь выпуклого многоугольника определяется как сумма площадей составляющих его треугольников (рис. 3).

Для создания регулярного алгоритма автоматического вычисления критерия, характеризующего площадь выпуклого многоугольника, необходимо принять вполне определенную последовательность этой процедуры.

В качестве полюса m_1 разбиения многоугольника на треугольники используется нижняя точка многоугольника (рис. 3) с ординатой $y_{m_1} = \min(y_i)$.

Таким образом, критерий качества схемы расположения объектов из условия минимизации площади территории будет равен:

$$K_f(V_M) = \sum_{u=1}^{u=U} k_u^f, \quad (6)$$

где: k_u^f - площадь u -го треугольника (нумерация треугольников ведется в направлении против часовой стрелки относительно полюса разбиения); V_M - вектор координат v_m и w_m центров объектов, образующих выпуклый многоугольник ($V_M = (v_m, w_m)$); U - число треугольников, составляющих выпуклый многоугольник ($U = M - 2$; здесь M - число вершин выпуклого многоугольника).

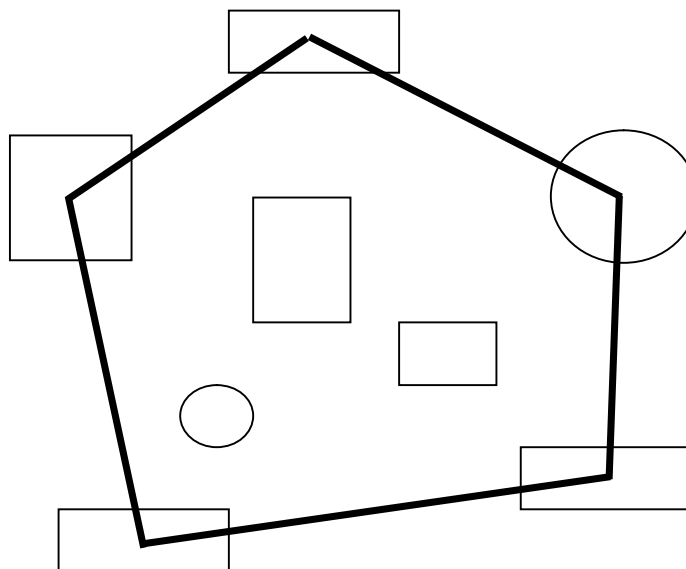


Рис. 2. Выпуклый многоугольник, охватывающий центры геометрических образов объектов

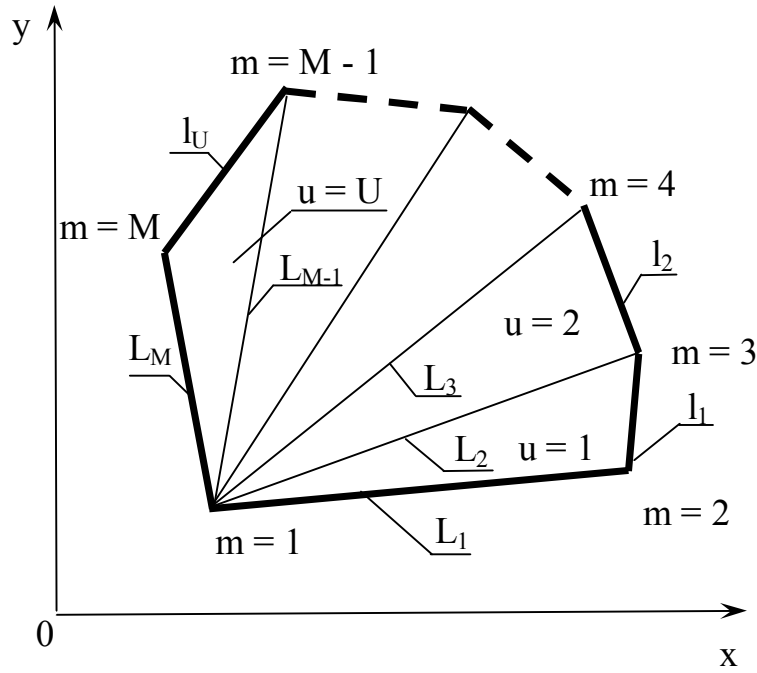


Рис. 3. Расчетная схема площади выпуклого многоугольника

Площадь k_u u -го треугольника определяется по величинам его полупериметра и сторон, а именно:

$$k_u^f = \sqrt{p_u(p_u - L_m)(p_u - l_u)(p_u - L_{m+1})}, \quad (u = 1, \dots, U; m = 1, \dots, M - 2);$$

где: $p_u = 0.5(L_m + l_u + L_{m+1}) -$ $(u = 1, \dots, U; m = 1, \dots, M - 2);$

- полупериметр u -го треугольника; L_m и l_u - длины соответственно стороны u -го треугольника, выходящей из полюса m_1 , и стороны, противолежащей этому полюсу:

$$L_m = \sqrt{(x_{m_1} - v_{m+1})^2 + (y_{m_1} - w_{m+1})^2}; \quad (m = 1, \dots, M-1);$$

$$l_u = \sqrt{(v_{m+2} - v_{m+1})^2 + (w_{m+2} - w_{m+1})^2}; \quad (u = 1, \dots, U; m = 1, \dots, M - 2).$$

Целевая функция для оптимизации схем расположения объектов из условия минимизации занимаемой ими площади представляется в следующем виде:

$$Z_f = K_f(V_M) + p \times S(V). \quad (7)$$

Решением целевой функции (7) будет

$$Z_f^{\min} = \min Z_f(V_M, V).$$

$$V, V_M \in W; V_M \in V$$

В работе получены критериальные функции $K_p(V_M)$ и $K_g(V)$, характеризующие соответственно периметр и габариты территории, занимаемой объектами и соответствующие им целевые функции.

Для реализации многокритериальной оптимизации получена обобщенная целевая функция

$$Z = k_c K_c(V) + k_f K_f(V_M) + k_p K_p(V_M) + k_g K_g(V) + pS(V), \quad (8)$$

где: k_c, k_f, k_p, k_g - весовые коэффициенты соответствующих критериальных функций.

Синтез схем расположения объектов предлагается вести как в относительных локальных, так и в абсолютных системах координат. В начальной стадии проектирования более целесообразно вести синтез схем в относительной локальной системе координат, что позволит создать определенную базу данных. Для последующего пересчета результатов синтеза в абсолютную систему координат предложена соответствующая матрица преобразования.

В третьей главе разработаны алгоритмы расчета полученных ранее частных и комплексной целевых функций и алгоритм поиска схем расположения объектов, оптимальных по соответствующим критериям. Алгоритм расчета целевых функций содержит две основные составляющие: в первой производится расчет критериальной функции, а во второй – функции штрафа. Предложенный алгоритм расчета комплексной целевой функции позволяет вести оптимизационный синтез схем как по каждому из частных критериев, так и по требуемой их комбинации. В основу алгоритма поиска оптимальных по тому или иному критерию схем положен один из методов нелинейного программирования, а именно, градиентный метод. В главе предложен также алгоритм определения начальных значений свободных параметров синтеза схем расположения объектов (координат их центров) в интерактивном режиме: по результатам предварительного анализа экспертами, по результатам работы генераторов случайных (псевдослучайных) чисел без последующего пересчета и с пересчетом по определенному алгоритму. Возможность определения начального приближения случайным образом предусмотрена, во-первых, для выхода из области типовых стереотипных решений, а во-вторых, как некоторая гарантия получения глобального минимума целевых функций.

В главе приведен обобщенный алгоритм синтеза схем расположения объектов, состоящий из двух этапов (рис.4).

В четвертой главе выполнено исследование критериальных и целевых функций. Предлагается два подхода к синтезу схем расположения: в пространстве нормализованных параметров и в пространстве абсолютных параметров.

Установлено, что предложенные для оценки качества схем критерии в области, удаленной от расположения экстремальных точек, являются согласными, а в зоне проектных решений, противоречивыми. Выявлен эффект инвариантности оптимизированного расположения схем объектов в локальной системе координат, получаемых при различных начальных решениях.

Исследован характер целевых функций для случаев прокладки коммуникаций по кратчайшему расстоянию между центрами объектов и по катетам при различном их расположении относительно кратчайшего расстояния.

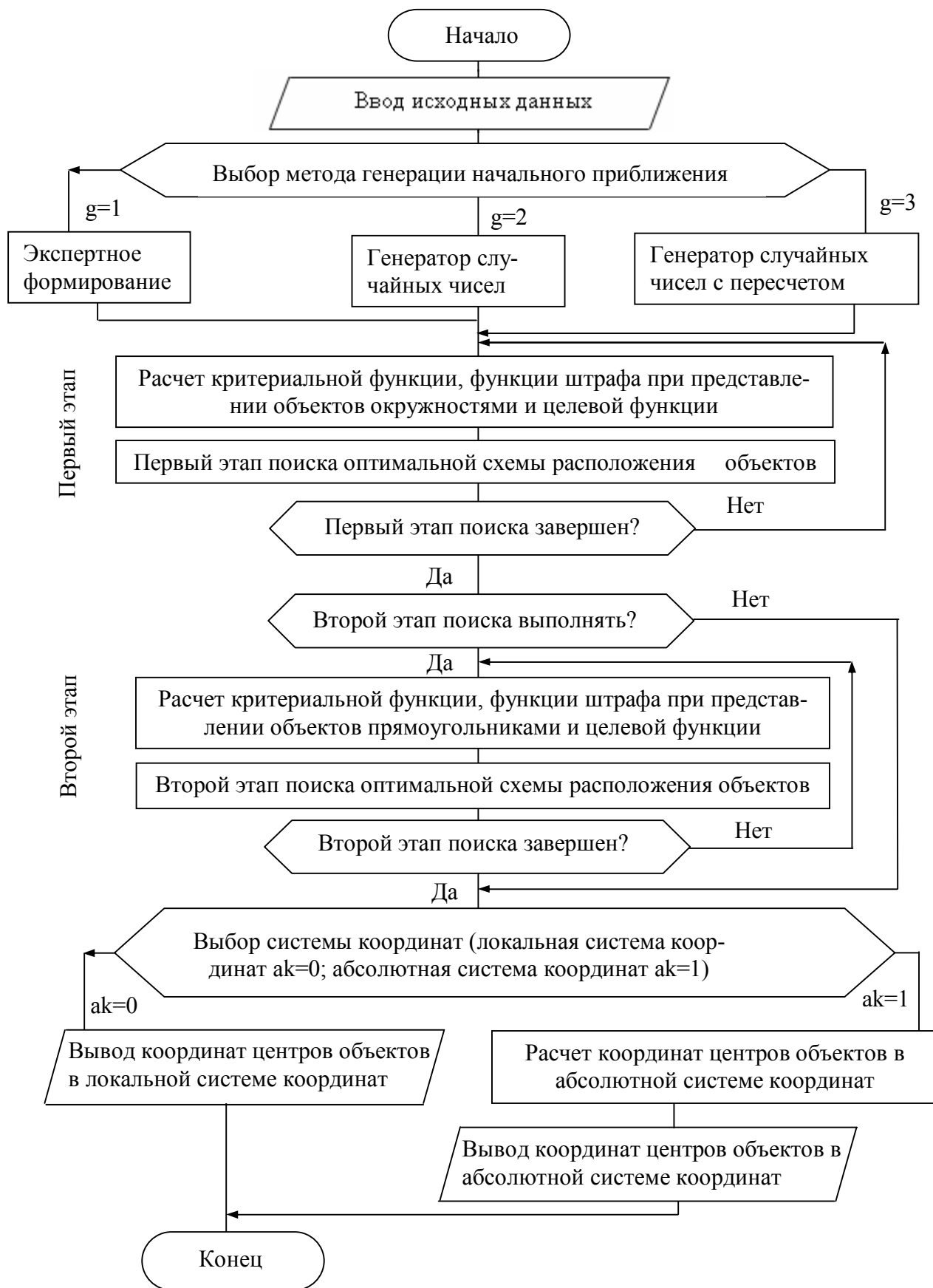


Рис. 4. Блок-схема обобщенного алгоритма синтеза схем расположения объектов

Изучена сходимость вычислительного процесса для пяти типизированных проектных ситуаций: при движении «изнутри», когда при начальном приближении большинство ограничений не выполнено, и при движении «извне», когда начальное положение центров всех объектов находится заведомо в допустимой области. Численные эксперименты показали, во-первых, хорошую сходимость вычислительного процесса во всех рассмотренных случаях, а во-вторых, достаточную сложность рельефа целевых функций (рис. 5).

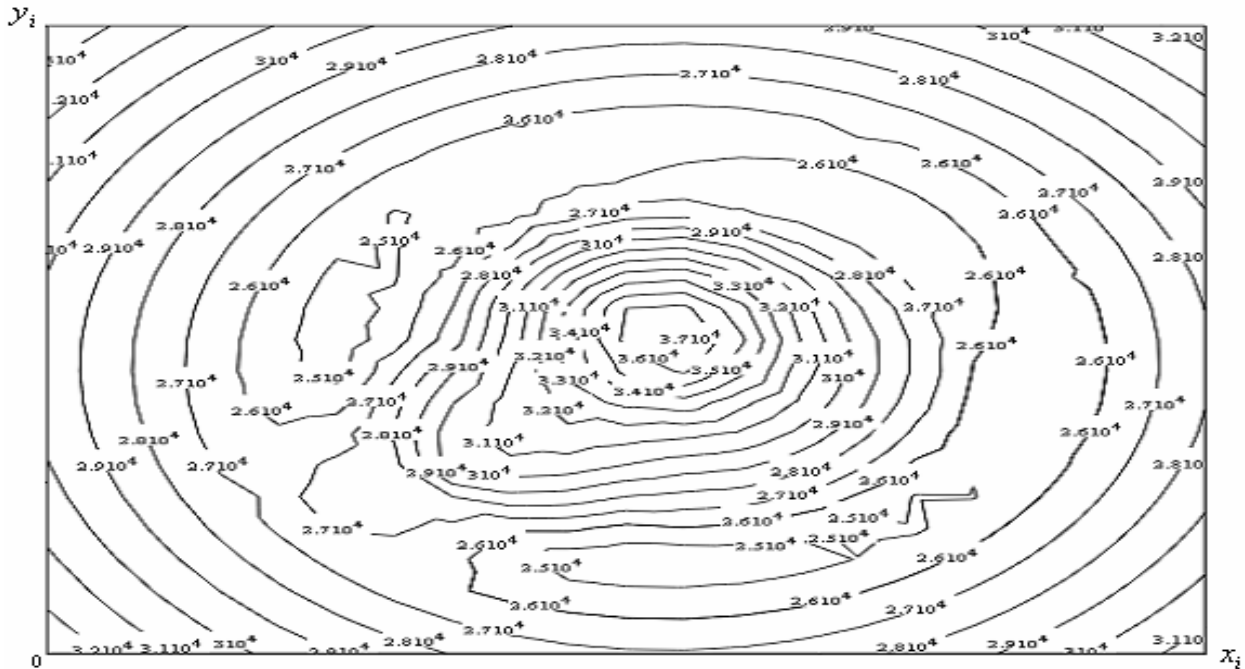


Рис. 5. Характерный вид линий уровней целевых функций

В пятой главе на основе предложенных в работе математических моделей, методов и алгоритмов синтеза схем расположения объектов, анализа процесса проектирования предложены методика и структура автоматизированного проектирования, представленные соответственно в табл. 1. и на рис.6. На основе разработанных методики и структуры создана система автоматизации проектирования схем расположения объектов (САПР СР).

Таблица 1

Методика автоматизированного проектирования схем расположения объектов

№ п/п	Проектная процедура	Тип процедуры
1	2	3
1.	Ввод параметров объектов и комплекса объектов	ручная
2.	Определение начальных позиций	
2.1	Выбор варианта определения начальных позиций поиска	ручная
2.2	Определение начальных значений	ручная/автоматическая*
3.	Определение целевой функции	

3.1	Выбор типа учитываемых критериев	ручная**
1	2	3
3.2	Выбор стратегии учета критериев	ручная**
4.	Решение задачи синтеза на 1-м этапе	автоматическая
5.	Анализ результатов 1-го этапа	
5.1	Визуализация результатов	автоматическая
5.2	Анализ результатов и выбор начального варианта для 2-го этапа синтеза	ручная**
6.	Решение задачи синтеза на 2-м этапе	автоматическая
7.	Анализ результатов 2-го этапа	
7.1	Визуализация результатов	автоматическая
7.2	Выбор проектного решения	ручная**
8.	Расчет абсолютных координат	автоматическая
9.	Формирование данных для следующего этапа	автоматическая

Таблица 1 (продолжение)

* - в зависимости от результатов п. 2.1

** - в САПР СР заданы значения по умолчанию

Рассмотрены математическое, информационное, лингвистическое, методическое и техническое обеспечения САПР. Разработанный графический интерфейс позволяет в удобной для пользователя форме автоматически вводить исходные данные и представлять полученные в ходе синтеза схем результаты.

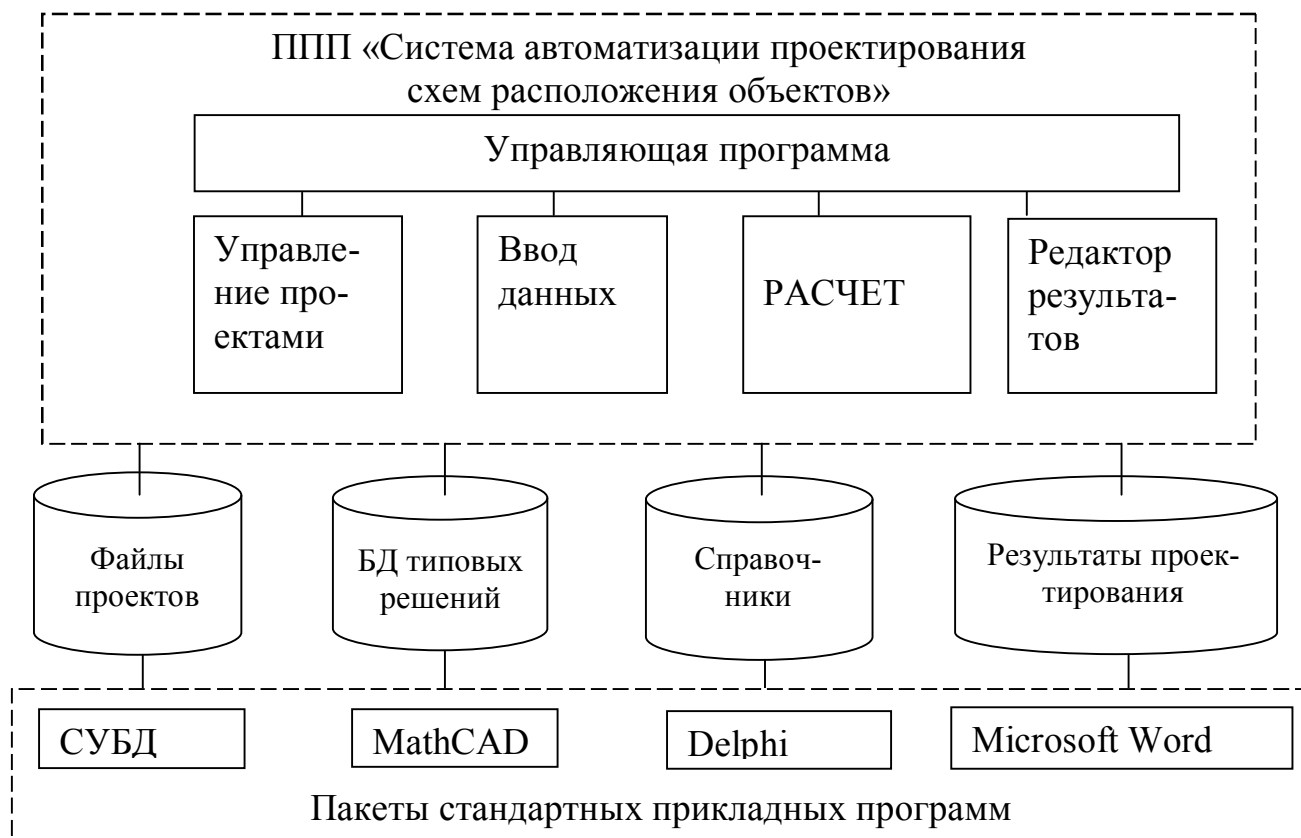


Рис. 6. Структура САПР СР

На рисунке 7 представлен вид окна «Меню проекта» САПР СР.

Результаты оптимизационного синтеза схем можно наблюдать воспользовавшись окном «Результаты расчета» (рис. 8), активировав в нем соответствующую строку. В этом окне содержится ряд командных строк, позволяющих, в частности, выбрать шаг для начала 2-го этапа, управлять графическим представлением хода решения (указывать места простановки контуров, менять масштаб и т.д.) и копировать графическое представление решения.

С использованием методики и системы автоматизации проектирования схем расположения объектов синтезированы из условия минимизации затрат на реализацию коммуникационных связей схемы двух предприятий нефтехимической промышленности: склад метанола и склад нефти.

При проектировании схемы расположения объектов склада метанола рассмотрены два варианта начального приближения: по результатам предварительного проектирования и работы генератора случайных чисел. В обоих случаях в ходе 2-х этапов синтеза получены вполне удовлетворительные результаты. В первом случае критериальная функция была уменьшена в 1.37 раза (с 1039.74 до 759.0 условных единиц), а во 2-м – в 1.68 раза (с 1310.51 до 778.14). Траектория итерационного поиска на 1-м и 2-м этапах и контуры объектов в начальном и конечном положениях для 2-го случая представлены на рис.9.

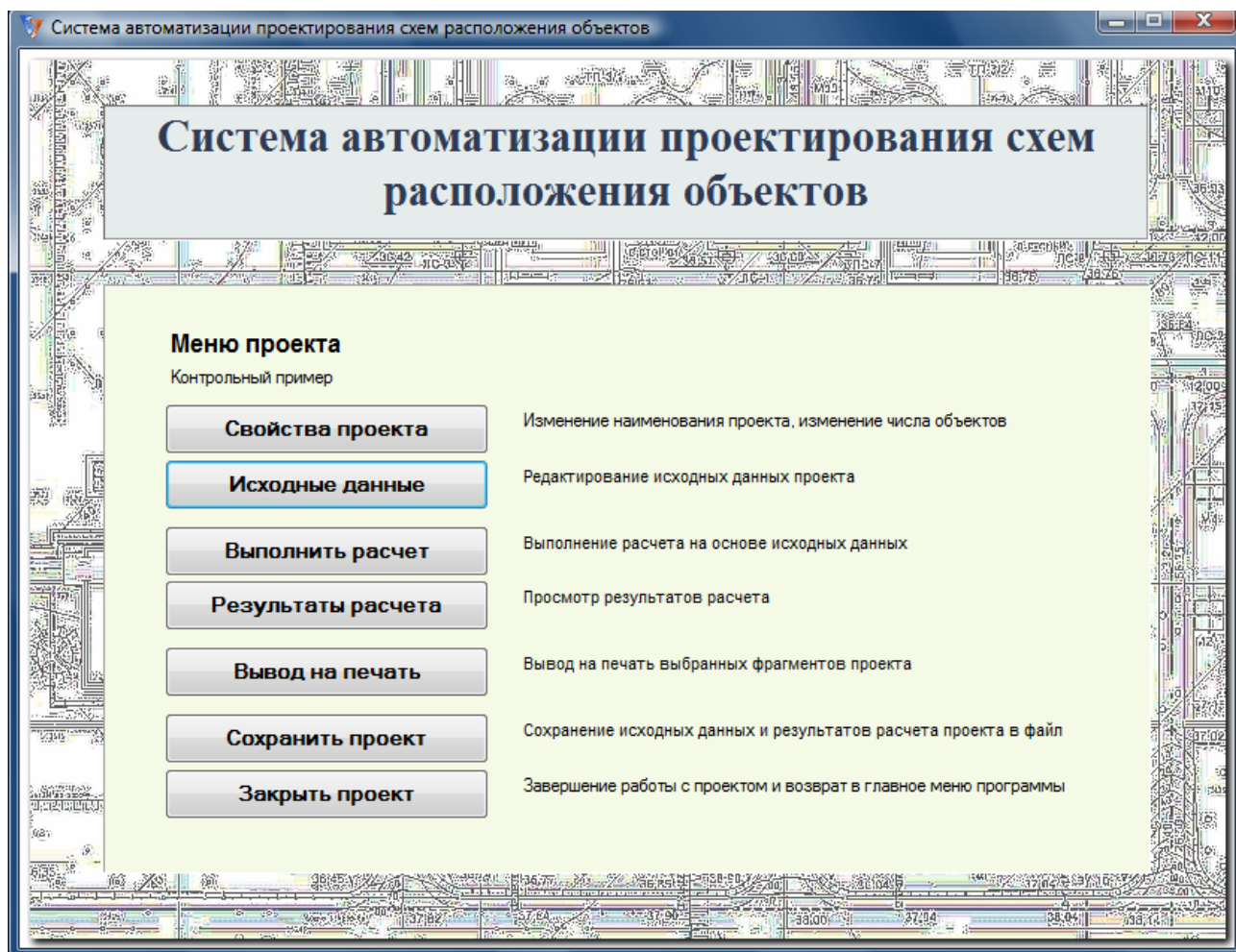


Рис. 7. Вид окна «Меню проекта»

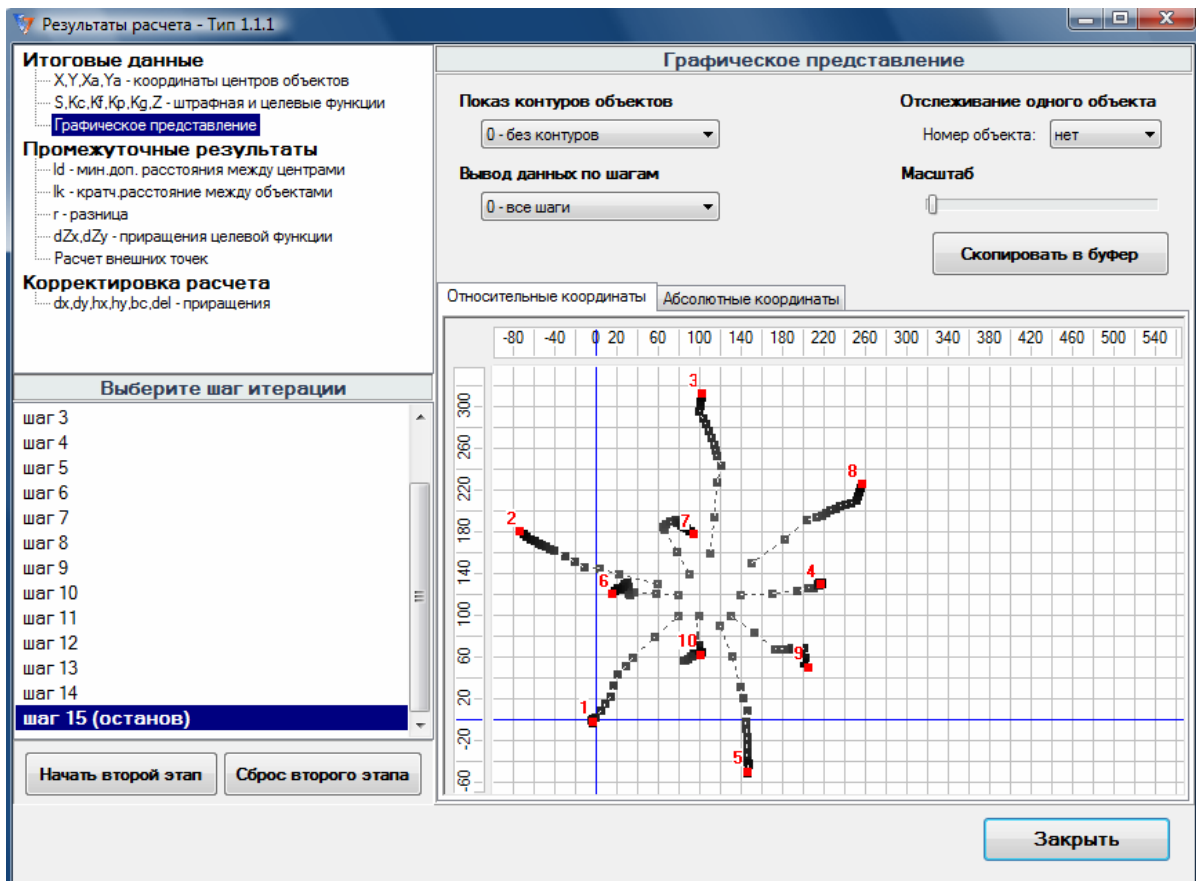


Рис. 8. Вид окна «Результаты расчета» («Графическое представление»)

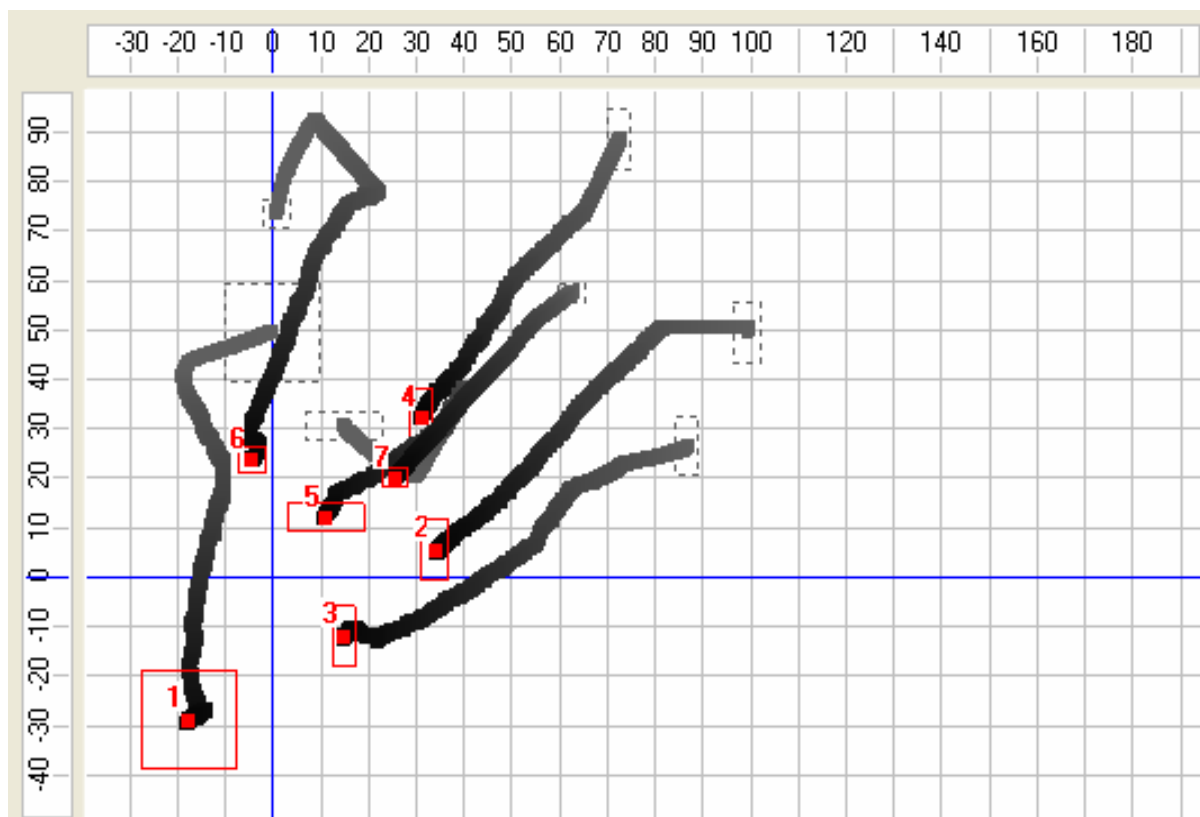


Рис. 9. Траектория поиска и контуры объектов склада метанола в начальном (штриховые линии) и конечном (сплошные линии) положениях

В качестве начального приближения задачи о размещении объектов склада нефти приняты результаты синтеза схемы разработчиками, что дало возможность исключить 1-й этап синтеза. В результате 2-го этапа оптимизационного синтеза удалось уменьшить критериальную функцию в 1.16 раза – с 2725.84 до 2347.60 условных единиц (рис. 10).

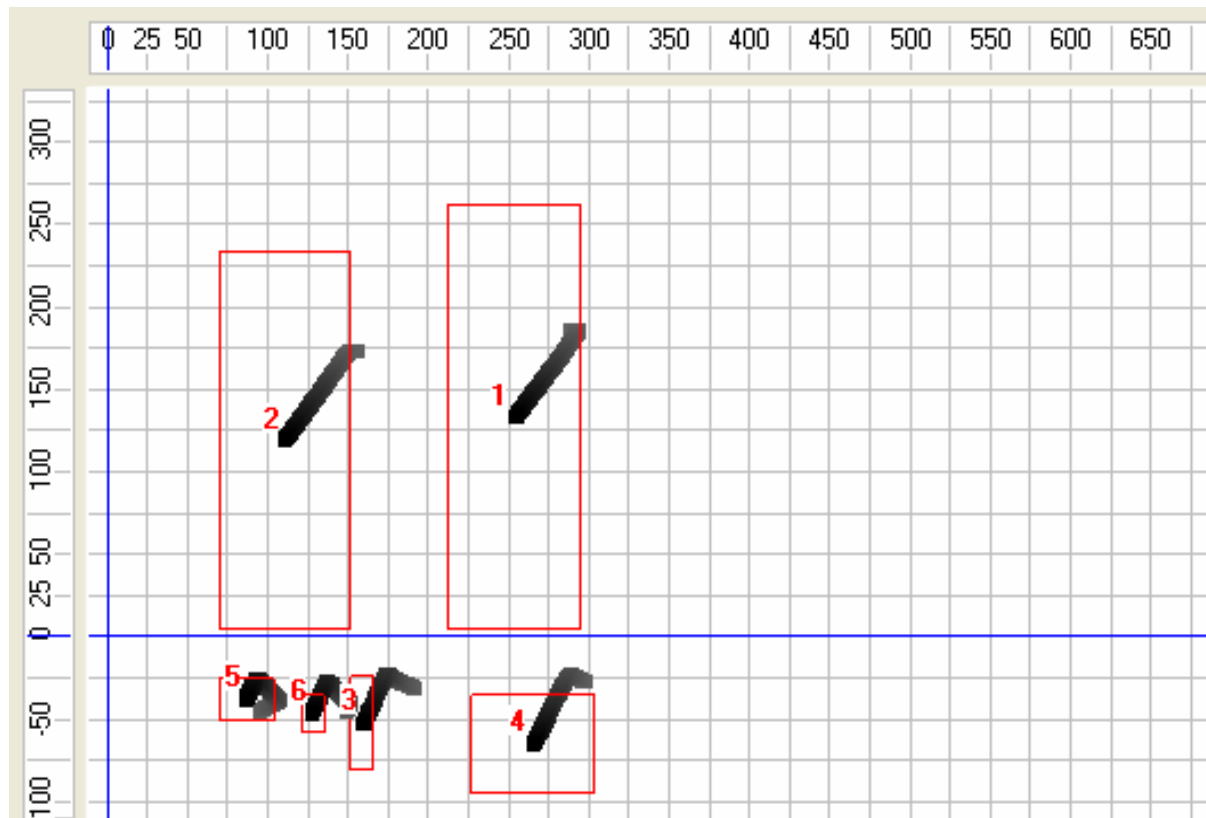


Рис. 10. Графическое представление траектории поиска и контуров объектов склада нефти оптимизированной схемы расположения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ВЫВОоды

Оптимальное расположение объектов производственных комплексов позволит сэкономить значительные материальные и финансовые средства при создании и эксплуатации таких комплексов. В связи с этим в диссертационной работе создана система автоматизации проектирования схем расположения объектов при незакрепленных предварительно местах их возможного расположения, позволяющая повысить качество генеральных планов производственных комплексов и сократить сроки их разработки.

В ходе проведенных научных исследований получены следующие результаты.

1. Разработаны математические модели комплексов промышленных объектов в задачах синтеза схем расположения объектов при незакрепленных предварительно местах их возможного положения, позволяющие определять основные критерии, характеризующие качество схем, а именно, затраты на

реализацию коммуникационных связей между объектами, площадь, габариты и периметр занимаемой ими территории. Сформирована функция штрафа, использование которой дает возможность учитывать ограничения на взаиморасположение объектов.

2. Предложены целевые функции и алгоритм их расчета для однокритериальной и многокритериальной оптимизации схем расположения объектов производственных комплексов. Разработан обобщенный алгоритм автоматизированного оптимизационного синтеза схем расположения объектов, позволяющий вести поиск значений свободных параметров синтеза из условия минимизации затрат на коммуникационные связи между объектами, минимизации площади, периметра и габаритов территории, занимаемой объектами.

3. Подтверждена хорошая сходимость вычислительного процесса при оптимизационном синтезе схем расположения объектов по каждому из предложенных критериев качества. Исследованы свойства целевых функций в пяти типизированных проектных ситуациях при синтезе схем по критерию затрат на коммуникационные связи, установлены случаи возникновения инвариантных схем расположения объектов.

4. Разработана методика автоматизированного проектирования схем расположения объектов производственных комплексов, позволяющая минимизировать участие разработчика в процессе принятия проектных решений при повышении качества получаемых схем расположения объектов и сокращении сроков проектирования.

5. Разработана структура системы автоматизации проектирования схем расположения объектов, созданы математическое, информационное, программное, лингвистическое и методическое обеспечения САПР. Пакет прикладных программ имеет оконный интерфейс, удобный для выполнения работ по синтезу схем в интерактивном режиме.

6. Выполнен оптимизационный синтез схем расположения объектов ряда промышленных предприятий, подтвердивший работоспособность созданной системы автоматизации проектирования, целесообразность и возможность ее применения в инженерной практике разработки генеральных планов производственных комплексов. В частности, при проектировании схем расположения складов метанола и нефти удалось повысить качество схем, снизив затраты на коммуникационные связи между объектами соответственно в 1.37 (при случайном начальном приближении – в 1.68 раза) и в 1.16 раза при сокращении затрат времени на получении этих схем примерно в 10 – 15 раз.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В журналах, рекомендованных ВАК России:

1. Зуга И.М. Автоматизированное проектирование схем размещения объектов предприятий из условия минимизации занимаемой ими площади/ И.М. Зуга, В.Г. Хомченко // Омский научный вестник. – Сер. Приборы, машины и технологии. – 2011. – № 2 (90). С. 163 - 167. (диссертант – 70%)

2. Зуга И.М. Автоматизированное проектирование схем размещения объектов предприятий из условия минимизации коммуникационных затрат / И.М. Зуга, В.Г. Хомченко // Омский научный вестник. № 3 (83). – Сер. Приборы, машины и технологии. – 2009. – № 3 (83). – С.96 - 99. (диссертант –65%)

В других печатных изданиях:

3. Зуга И.М. Задача о размещении объектов при незакрепленных местах их возможного расположения из условия минимизации занимаемой площади/ И.М. Зуга, В.Г. Хомченко; ОмГТУ. – Омск, 2009. – 11 с. – Деп. в ВИНТИ 09. 06. 2009, № 307-B2009. (диссертант – 55%)

4. Зуга И.М. Задача о размещении объектов при незакрепленных местах их расположения из условия минимизации коммуникационных затрат/ И.М. Зуга, В.Г. Хомченко; ОмГТУ. – Омск, 2009. – 12 с. – Деп. в ВИНТИ 04. 05. 2009, № 281-B2009. (диссертант – 60%)

5. Зуга И.М. К проектированию схем размещения объектов предприятий нефтегазового комплекса / И.М. Зуга, В.Г. Хомченко // Нефтепереработка-2009: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Уфа, 2009. – С.25-26 (диссертант – 75%)

6. Зуга И.М. Математическая модель и алгоритмы проектирования схем расположения объектов из условия минимизации занимаемой ими площади/ И.М. Зуга, В.Г. Хомченко // Нефтепереработка-2010: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Уфа, 2010. – С. 260-261. (диссертант – 70%)

7. Зуга И.М. Математическая модель и алгоритм автоматизированного проектирования схем размещения объектов из условий минимизации коммуникационных затрат/ И.М. Зуга, В.Г. Хомченко //Динамика систем, механизмов и машин: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф./ ОмГТУ. – Омск, 2009. – Кн.3. – С.35-38. (диссертант – 60%)

8. Зуга И.М. Проектирование схем размещения объектов из условия минимизации габаритных размеров занимаемой территории / И.М. Зуга, В.Г. Хомченко; ОмГТУ. – Омск, 2009. – 7с. – Деп. в ВИНТИ 13. 05. 2009, № 425-B2009. (диссертант – 60%)

9. Зуга И.М. Проектирование схем размещения объектов из условия минимизации периметра занимаемой ими территории / И.М. Зуга, В.Г. Хомченко; ОмГТУ. – Омск, 2009. – 8 с. – Деп. в ВИНТИ 13. 05. 2009, № 348-B2009. (диссертант – 65%)

10. Зуга И.М. Разработка системы автоматизированного проектирования схем расположения объектов промышленных предприятий / И.М. Зуга, В.Г. Хомченко; ОмГТУ. – Омск, 2011. – 17с. – Деп. в ВИНТИ 06. 03. 2011, № 110-B2011. (диссертант – 75%)

Печатается в авторской редакции

Компьютерная верстка – О. Г. Белименко

Подписано в печать 27.04.12. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Отпечатано на дупликаторе. Усл. печ. л. 1,25. Уч.-изд. л. 1,25.
Тираж 100 экз. Заказ 345.

Издательство ОмГТУ. 644050, г. Омск, пр. Мира, 11; т. 23-02-12
Типография ОмГТУ