

4. *Гречухина, О. Н.* Спектральное проявление межмолекулярного взаимодействия в соединениях, содержащих карбоксильные фрагменты / О. Н. Гречухина, Т. А. Шальнова, П. М. Элькин // Проблемы оптической физики и биофотоники. – Саратов : Новый ветер, 2008. – С. 197–201.
5. *Минкин, В. И.* Теория строения молекул / В. И. Минкин, Б. И. Симкин, Р. М. Меняев. – Ростов н/Д : Феникс, 1997. – 386 с.
6. *Пулин, В. Ф.* Исследование динамики молекулярных соединений различных классов / В. Ф. Пулин, М. Д. Элькин, В. И. Березин. – Саратов : СГТУ, 2002. – 548 с.
7. *Свердлов, Л. М.* Колебательные спектры многоатомных молекул / Л. М. Свердлов, М. А. Ковнер, Е. П. Крайнов. – М. : Наука, 1970. – 550 с.
8. *Элькин, М. Д.* Моделирование адиабатических потенциалов карбоновых кислот / М. Д. Элькин, Т. А. Шальнова, В. Ф. Пулин, О. В. Колесникова // Вестник Сарат. гос. техн. ун-та. – 2009. – № 1 (37). – С. 109–114.
9. *Gaussian 03.* Revision B.3 / M. J. Frisch [et al.]. – Pittsburg PA : Gaussian Inc., 2003
10. *Green, J. H. S.* Vibrational spectra of monosubstituted benzenes / J. H. S. Green, D. J. Harrison // Spectrochimica. Acta. – 1970. – Vol. 26A, № 8. – P. 1925–1948.
11. *Kim, Y.* Vibrational spectra, normal vibrations and infrared intensities of six isotopic benzoic acids / Y. Kim, K. Machida // Spectrochimica acta. – 1986. – Vol. 42A, № 8. – P. 881–889.
12. *Nielsen, H. H.* The vibration-rotation energies of molecules and their spectra in the infrared. // Handbook der Physik. – 1953. – Vol. 37. – P. 173–313.
13. *Reva, I. D.* An infrared study on matrix-isolated benzoic acid / I. D. Reva, S. G. Stepanian // J. Molecular Structure. – 1995. – Vol. 349. – P. 337–340.
14. *Sanchez, E.* Vibrational spectra of some o-substituted benzoic acid derivatives / E. Sanchez, J. L. Munez, P. Martinez // J. Molecular Structure. – 1986. – Vol. 142. – P. 45–48.

УДК 330.44

СОВРЕМЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

М.А. Кузнецов, С.С. Пономарев

В статье приводятся способы классификации систем поддержки принятия решений (СППР) по нескольким признакам. Рассматриваются возможные сферы применения СППР и существующие на российском рынке программные продукты. Кратко анализируется их функциональность. Приводятся факторы, позволяющие определить возможность использования СППР.

Ключевые слова: система поддержки принятия решения (СППР).

Key words: decision support system (DSS).

Задача принятия обоснованного решения в настоящее время поддерживается с помощью ряда программных систем. Сложность классификации подобных программных продуктов обусловлена различными подходами при проектировании этих систем. Они объединены по функциональному назначению, но сильно различаются по методологии. Кроме того, данные системы должны тесно интегрироваться с другими подсистемами, такими как сбор и хранение информации, анализ данных, логический вывод по цепочке правил и т.д. Выделить подсистему принятия решений от остальных подсистем в составе комплексного программного продукта бывает достаточно сложно.

Использование систем поддержки принятия решения (СППР) требует учета многих различных факторов: технических, экономических, экологических, социальных, психологиче-

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

ских. Список можно продолжить. Принятие решение в области конкретной науки можно возложить на эксперта-человека, использующего систему имитационного моделирования. Такие системы основываются на точной математической модели и численно описывают исследуемые решения.

Однако на стыке наук возникает область неопределенности решений. Решения требуется формулировать на основе нескольких моделей из различных областей знаний. Способ решения, учитывающий множественные факторы, часть из которых определены качественно, позволяет говорить о полноценной задаче принятия решения (ЗПР). ЗПР часто ставится в условиях частичной неопределенности или условиях риска.

Компьютерная поддержка принятия решения базируется на понятии измерения или метрики. Часто роль метрики играют экспертные оценки в виде лингвистических характеристик или баллов. Данная методология достаточно сильно абстрагирует модель принятия решений от реальной ситуации. Доказательство адекватности построенной системы является сложной задачей. Часто построение системы носит эвристический характер, а адекватность доказывается на основе статистического применения.

СППР широко применяются в экономике. Экономический акцент использования СППР основывается на универсальной системе единиц измерения. Если исследуемую область можно привести к оценке соотношения «прибыль – затраты» (или в терминах ЗПР «выигрыш – проигрыш»), то модель «эффективность – стоимость» напрашивается сама.

Но даже если идет речь о системе поддержки экономических решений, требуется учитывать ряд факторов, не позволяющих свести себя к денежному эквиваленту. Например, оценка и учет рисков, мера стратегических параметров, таких как прочность позиции фирмы на рынке (по сути, это тот же риск при оценке устойчивости положения), доля потенциальных покупателей нового товара и т.д.

Далее мы не будем затрагивать методологию принятия решения, а акцентируем обзор современных СППР на основе технических параметров, методов работы с конечным пользователем и их функционального назначения.

Современное предприятие из любой отрасли не может позволить себе роскошь абстрагирования производства от сферы продаж. Все производство ориентировано на потребителя. Только высокая оценка основных показателей проектируемой технической системы не позволяет прогнозировать успешный жизненный цикл.

Например, при конструировании современного программного обеспечения особое внимание уделяется комфортности и удобству работы пользователя, т.е. дружелюбности системы. Только высокие показатели производительности, надежности, корректности работы не позволяют гарантировать успех на этом рынке. Этим, например, объясняется широкое распространение визуальных средств программирования.

Маркетинг, начиная от исследования рынка при проектировании сложной системы и заканчивая логистикой, управляет производством и значительно влияет на принимаемые решения. Следствием является высокий процент маркетинговых характеристик в современных моделях СППР.

Автоматизированные системы управления, исследований, прогнозирования, программирования действий – в целом, компьютеризация – значительно повышают эффективность функционирования предприятий. Для решения задач принятия решений, планирования и прогнозирования успешно применяются СППР.

Большинство последних работ в области исследования СППР проведены за рубежом. Потому далее мы будем использовать англоязычные термины при описании классификации СППР. Система поддержки принятия решений (Decision Support Systems – DSS-система) – это интерактивная компьютерная система, предназначенная для помощи лицу, принимающему решения, в использовании связей, данных, документов, знаний и моделей для идентификации и решения проблем и формирования решений [5].

Существуют несколько вариантов классификаций DSS-систем. На техническом уровне Дэниель Пауэр (Daniel Power) (1997) [4] различает СППР всего предприятия и настольную

СППР. СППР всего предприятия подключается к большим хранилищам информации и обслуживает нескольких лиц принимающих решения. Это может быть одна коллегиально решаемая задача или несколько разных задач, для решения которых требуется анализ данных из общей информационной базы предприятия. Настольная СППР – это малая система, обслуживающая лишь один компьютер пользователя. При этом используемые данные не делятся между компьютерами. В основе этой классификации лежит принцип разделения на персональные системы и серверные системы с любой программной архитектурой.

На концептуальном уровне Пауэр (2003) [5] выделяет:

- СППР, управляемые сообщениями (Communication-Driven DSS);
- СППР, управляемые данными (Data-Driven DSS);
- СППР, управляемые документами (Document-Driven DSS);
- СППР, управляемые знаниями (Knowledge-Driven DSS);
- СППР, управляемые моделями (Model-Driven DSS).

Управляемая сообщениями (Communication-Driven DSS (GDSS) – групповая СППР) СППР поддерживает группу пользователей, работающих над выполнением общей задачи. Особенности таких систем состоит в механизме синхронизации между несколькими пользователями. Это многопоточная распределенная система, в которой сервер управляется событиями от клиентских машин.

СППР, управляемые данными (Data-Driven DSS), или СППР, ориентированные на работу с данными (Data-oriented DSS), в основном опираются на доступ и манипуляции с данными. Такие системы ориентированы на статистическую обработку данных и/или имитационное моделирование.

В отличие от них в СППР, управляемых документами (Document-Driven DSS), основной акцент делается на обработке документов в различных форматах. Такие СППР осуществляют поиск и обработку неструктурированной информации, заданной разных форматах.

СППР, управляемые знаниями (Knowledge-Driven DSS), обеспечивают решение задач в виде фактов, правил, процедур. Отличительной особенностью СППР, основанных на знаниях, является, по мнению их создателей, явное выделение отсутствующего ранее аспекта поддержки решений: способности к «пониманию» проблемы, т.е. способности воспринять запрос пользователя [2].

СППР, управляемые моделями, характеризуются в основном доступом и манипуляциями с математическими моделями (статистическими, финансовыми, оптимизационными, имитационными). Стоит отметить, что некоторые OLAP-системы, позволяющие осуществлять сложный анализ данных, могут быть отнесены к гибридным СППР, которые обеспечивают моделирование, поиск и обработку данных. Для принятия решения строится модель и на основе работы с этой моделью делается заключение о предпочтениях.

На уровне пользователя Haettenschwiler (1999) [3] делит СППР на пассивные, активные и кооперативные СППР. Пассивной СППР называется система, которая помогает процессу принятия решения, но не может вынести предложение, какое решение принять. По сути, пассивная система является системой когнитивной поддержки пользователя. Такая система визуализирует результаты расчета в форме, облегчающей конечный анализ данных человеком-экспертом.

Активная СППР может сделать предложение, какое решение следует выбрать. Она ранжирует альтернативы и дает количественный анализ приоритетности. Результат работы СППР носит рекомендательный характер.

Кооперативная СППР позволяет ЛПР изменять, пополнять или улучшать решения, предлагаемые системой, посылая затем эти изменения в систему для проверки. Система изменяет, пополняет или улучшает эти решения и опять возвращает их пользователю. Процесс продолжается до получения согласованного решения, удовлетворяющего входным условиям. Данный подвид классификации СППР можно назвать еще итеративным. Процесс решения носит цик-

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

лический характер с несколькими этапами получения промежуточных решений, их верификацией, корректировки параметров с последующим переходом на очередной этап.

В зависимости от условий, в которых работают СППР, их условно можно разделить на оперативные и стратегические. Оперативные СППР предназначены для немедленного реагирования на изменения текущей ситуации, когда необходимо принятие решения в условиях реального времени и промежутков от принятия решения до воплощения решения в жизнь минимален. Данные системы интегрированы в автоматизированные системы управления предприятием (АСУП).

Стратегические СППР ориентированы на анализ значительных объемов разнородной информации, собираемых из различных источников. Данный подвид СППР актуален, если на анализ и верификацию решений есть довольно много времени. Чаще всего данные системы встречаются в системах аналитического планирования и стратегического прогнозирования.

В качестве предмета для систем класса DSS можно назвать:

а) в экономико-ориентированных системах управления: финансовый анализ и прогнозирование; маркетинг реализации и закупок; анализ стереотипов клиентского поведения и выявление скрытых закономерностей; анализ рисков; управление активами;

б) в технически-ориентированных системах: выбор проектных решений на начальных стадиях конструирования; анализ концептуальных решений; морфологический синтез рациональных вариантов системы; синтез и анализ различных компоновок разрабатываемой системы; распределение ресурсов по подсистемам проектируемого объекта;

в) в системах, ориентированных на управление: увязку стратегических задач с ИТ; распределение и контроль ресурсов; оперативную поддержку пользователей; управление проектами, производственными мощностями, изменениями, проблемами, издержками, непредвиденными ситуациями, вспомогательными службами, взаимоотношениями с клиентами, взаимоотношениями с поставщиками.

Таким образом, в сферу приложения систем DSS попадает большое число структурных задач, возлагаемых на ИТ-службы. Это объясняет высокие темпы роста рынка DSS-систем. Стоит отметить, что рынок систем DSS в настоящее время в основном связан с финансовым сектором, крупноформатной торговлей и телекоммуникациями, и в настоящее время происходит постепенная ассимиляция функциональных возможностей DSS-систем в существующие корпоративные системы управления, а также создание новых корпоративных систем управления, включающих в себя возможности DSS-систем.

Так, практически во всех ведущих системах управления предприятием уже имплементированы функциональные возможности прогнозирования с использованием разнообразных статистических методов [1]. Пример классификации СППР приведен на рис.

Рассмотрим российский рынок систем поддержки принятия решений. Стоит отметить, что, наряду с функциональными особенностями каждой системы, существует ряд параметров, по которым можно проследить их сходство. Вне зависимости от сферы применения программного продукта все системы предлагают следующий функциональный набор: построение набора альтернатив; выделение характеризующих их факторов; определение значимости этих факторов; оценивание альтернативы по каждому из факторов; ранжирование альтернативы; проведение анализа решения и полученных результатов. Кроме того, функционал большинства представленных на рынке продуктов не ограничивается возможностями систем поддержки принятия решения, а сами системы представляют собой программные комплексы, включающие в себя системы сбора, хранения и анализа информации, прогнозирования, управления предприятием. Все представленные системы на уровне пользователя являются кооперативными и работают с данными на оперативном или стратегическом уровнях.

Система поддержки принятия решений «Выбор» – аналитическая система, основанная на методе анализа иерархий. СППР «Выбор» позволяет проводить оценку качества организационных, проектных и конструкторских решений; определять политику инвестиций в различных областях; проводить анализ проблемы по методу «стоимость – эффективность»; проводить стратегическое планирование. Данную систему на техническом уровне стоит от-

нести к настольной СППР, на уровне пользователя – активная, работает с данными на оперативном или стратегическом уровнях.

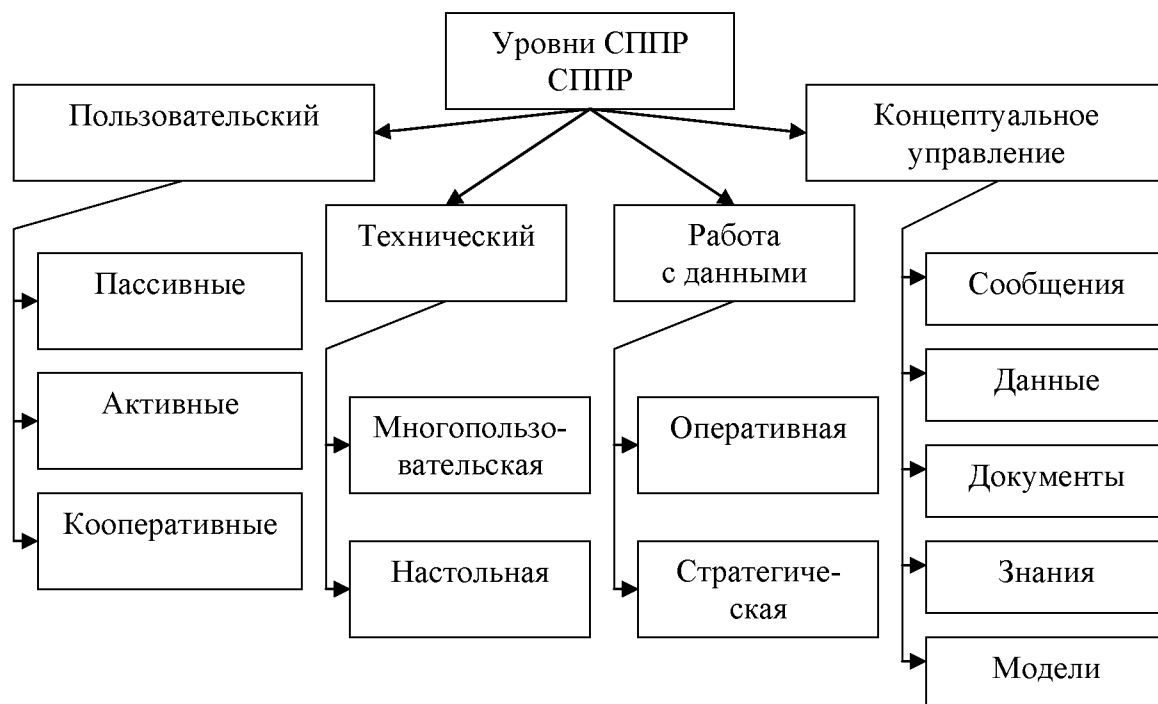


Рис. Классификация СППР

Система поддержки принятия решений Logist-ICS [10] предназначена для управления товарными потоками, закупками, оптимизации товарных запасов. Может использоваться торговыми и торгово-производственными организациями различных направлений и типов. СППР позволяет анализировать ассортимент по доле товаров; планировать продажи одним из методов экспертной оценки; планировать поступление денежных средств от продаж в соответствии с существующими условиями оплаты; формировать партии поставок и план-график поставок. Система имеет множество функций, позволяющих оптимизировать и автоматизировать работу торговых компаний.

Эта СППР обслуживает все предприятие, на уровне пользователя – кооперативная, работает с данными на оперативном или стратегическом уровнях.

Программный комплекс «Касатка» [9] предназначен для руководителей в области маркетинга, менеджмента, а также людей, задействованных в процессе принятия бизнес-решений. Основные возможности программного комплекса: разработка и оптимизация маркетинговой стратегии; анализ и прогноз деятельности компании в области сбыта и маркетинга; оценка рыночных рисков, конъюнктуры рынка; комплексное исследование рынка; разработка рекомендаций по формированию службы маркетинга; оценка потребительских свойств товара и т.д. Данная система на техническом уровне относится к настольной СППР, на уровне пользователя – кооперативная, работает с данными на оперативном или стратегическом уровнях.

Семейство программ Marketing Expert [6] состоит из трех независимых программ: Marketing Expert, GEO, Analytic, каждая из которых решает подмножество задач маркетингового исследования. Marketing Expert – набор аналитических инструментов для построения маркетингового плана, подготовка финансового плана маркетинговой деятельности компании. Marketing GEO – ведение и анализ маркетинговой информации. Marketing Analytic – специализированный OLAP-клиент для анализа маркетинговых данных в разрезах рынков, товаров и т.п.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Несмотря на то что программы реализованы как независимые, разделение это довольно условно и вызвано скорее тонкостями юридических взаимоотношений разработчиков, чем реальной необходимостью. В действительности, системы сильно интегрированы между собой.

Microsoft Dynamics AX [11] – многофункциональная система управления ресурсами предприятия для средних и крупных компаний. Области обслуживания: производство и дистрибуция, цепочки поставок и проекты, финансы и средства бизнес-анализа, взаимоотношения с клиентами и персоналом. К особенностям системы стоит отнести возможность управления группой компаний, возможность управления финансами для международного бизнеса и распределенных холдинговых структур. Система позволяет проводить эффективную организацию процесса продаж, оптимизацию закупок и складских операций, оптимизацию производственного цикла и гибкое производственное планирование. Эта СППР обслуживает все предприятие. На уровне пользователя – кооперативная, работает с данными на оперативном или стратегическом уровнях.

СППР «Курс» [7] предназначена для поддержки управленческих решений для эффективного освоения Российской Федерацией морских биологических ресурсов, поддержки решения задачи повышения эффективности управления государственной собственностью в виде водных биологических ресурсов и т.д. Система позволяет проводить статистический анализ данных о промышленной и производственной деятельности предприятий, прогнозирование промышленной и производственной деятельности предприятий, отображение экономических результатов деятельности предприятий на электронной географической карте и т.д. Данная система на техническом уровне относится к настольной СППР, на уровне пользователя – кооперативная, работает с данными на оперативном или стратегическом уровнях.

Основной функцией универсальной информационно-аналитической системы «Оценка и выбор» является многокритериальная оценка, сравнение и выбор лучших из возможных вариантов любых решений [8]. Возможности системы: оценка и выбор инвестиционных проектов, расчет лимитов и рисков кредитования, анализ социально-политической обстановки в регионах, выбор медицинской техники и оценка состояния здравоохранения по районам России, подведение итогов конкурсов и тендеров, личностно-психологическое тестирование, подбор и расстановка кадров, оценка степени соответствия должности.

Современные СППР активно развиваются. Специфика СППР такова, что их применение обусловлено рядом факторов. Это частое повторение сложного в вычислительном смысле анализа; наличие методики снятия экспертной оценки и/или способа измерения анализируемых параметров; отсутствие четкой математической модели, описывающей исследуемую ситуацию; наличие эвристических правил, позволяющих моделировать сложные исследуемые процессы. Исторически сложилось, что наиболее часто СППР проектируются и используются в области, связанной со статистическими экономическими параметрами. Существование широко известных биржевых индексов свидетельствует о высоком применении методов принятия решения (МПР) в экономических областях. Однако сфера применения СППР постоянно расширяется. Многие интеллектуальные технические системы уже сейчас используют МПР при реализации функциональности (например, системы повышающие безопасность автомобильного движения). Использование СППР при управлении сложными процессами (например, технологическими процессами предприятия, управление процессом проектирования и т.п.) позволит поднять качество и снизить риски принятия неверных решений.

Библиографический список

1. *Корнеев, С. В.* Системы поддержки принятия решений в бизнесе / С. В. Корнеев // Сети и бизнес. – 2005. – № 6 ; режим доступа: http://www.sib.com.ua/arhiv_2005/6_2005/systems/systems.htm, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
2. *Ларичев, О. И.* Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития / О. И. Ларичев, А. В. Петровский // Итоги науки и техники. – М. : ВИНТИ, 1987. – Т. 21. – С. 131–164. – (Сер. Техническая кибернетика).

3. *Haettenschwiler, P.* Neues anwenderfreundliches Konzept der Entscheidungs-unterstützung. Gutes Entscheiden in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft / P. Haettenschwiler. – Zurich : Hochschulverlag AG, 1999. – С. 189–208.
4. *Power, D. J.* A Brief History of Decision Support Systems / D. J. Power. – Режим доступа: <http://dssresources.com>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.
5. *Power, D. J.* What is a DSS? / D. J. Power // The On-Line Executive Journal for Data-Intensive Decision Support. – 1997. – № 3.
6. *Режим доступа:* <http://www.cfin.ru/software/market/me.shtml>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
7. *Режим доступа:* <http://www.curs.ru/services/kurs.shtml>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
8. *Режим доступа:* <http://www.deol.ru/users/DecisionSupporter/projects/iasctc.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
9. *Режим доступа:* <http://www.kasatka.ru/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
10. *Режим доступа:* <http://www.logist-ics.ru/solutions.htm>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
11. *Режим доступа:* <http://www.microsoft.com/rus/dynamics/ax/overview.mspx>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

УДК 539.193/.194;535/.33/34

КОНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ЦИКЛОПЕНТАНА И ЦИКЛОПЕНТЕНА

А.П. Смирнов, П.М. Элькин

Проведены модельные квантовые расчеты геометрической структуры циклопентана и циклопентена. Установлена некомпланарная геометрическая структура пятичленного цикла соединений.

Ключевые слова: геометрическая структура, циклопентан, циклопентен, некомпланарная структура, пятичленный цикл.

Key words: geometric structure, cyclopentane, cyclopentene, nonplanar conformation, five-member cycle.

Дискуссия относительно компланарности углеродного фрагмента циклопентана (C_5H_{10}) и циклопентена (C_5H_8) продолжается в литературе до настоящего времени. Мнения спектроскопистов по этому вопросу разошлись.

Аргументы в пользу плоской структуры пятичленного фрагмента, принадлежащего группам симметрии D_{5h} и C_{2v} для циклопентана и циклопентена соответственно, приведены в известной монографии [6]. По мнению авторов, это характер поведения ряда полос в колебательных спектрах, согласие с электронографическими и микроволновыми данными по геометрической структуре соединений.

Предложенная в монографии [6] теоретическая интерпретация фундаментальных колебательных состояний и оценка электрооптических параметров циклопентана и циклопентена дана в предположении плоской структуры углеродного кольца.

Исходные значения молекулярных параметров были заимствованы из парафинов, а затем подвергались варьированию до удовлетворительно совпадения с экспериментом, как это принято в рамках методики решения обратных спектральных задач. Возможные последствия такого подхода, связанного с рядом обременительных предположений, подробно исследованы в диссертации [1].