

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 658.512.011.56

**В. Б. ПОПОВ**

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «КОМПАС» В АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

*(Поступила в редакцию 15.10.12)*

*В статье анализируется влияние программного комплекса «КОМПАС» на повышение уровня и качество обучения студентов автоматизированному проектированию сельскохозяйственной техники. Рассмотрены возможности КОМПАСа, реализуемые при проектировании узлов и агрегатов машин, и его преимущества по сравнению с AutoCAD. Показана необходимость и целесообразность совместной работы преподавателей вуза и специалистов компании, поставяющей программные компоненты для создания интегрированной КОМПАС-системы. Такой инновационный подход повышает инженерный потенциал специалистов, выпускаемых по специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники», и существенно экономит материальные ресурсы предприятий при их переподготовке.*

*The article analyzes the influence of programme complex 'Compass' on the increase in the level and quality of teaching automatized projecting of agricultural machinery to students. We have examined the abilities of Compass, which are realized while projecting units and aggregates of machines and its advantages in comparison with AutoCAD. We have shown the necessity and practicability of combined work of lecturers and specialists of the company, which supplies programme components for the creation of integrated Compass-system. Such innovation approach increases engineering potential of specialists who are trained in the speciality 1-36 12 01 'Projecting and production of agricultural machinery' and significantly reduces the material resources needed for their retraining.*

#### **Введение**

Современные системы автоматизированного проектирования (САПР) должны выполнять проектирование технических объектов комплексно, начиная с формализации поставленной задачи и заканчивая получением конструкторской документации и программами для оборудования с числовым программным управлением. Однако большинство используемых в процессе обучения в технических вузах зарубежных САПР, например AutoCAD, не только не учитывают наши стандарты [1], но и предполагают определенный уровень подготовки пользователей. Попытки адаптировать AutoCAD к нуждам отечественных конструкторов косвенно способствовали появлению новых САПР.

#### **Характеристика компонентов КОМПАС**

Компания «АСКОН» занимает лидирующее положение на российском рынке САД/САМ систем среди разработчиков и поставщиков программного обеспечения (ПО) для промышленных предприятий, проектных организаций, технических вузов и колледжей [2]. Собственная программная продукция «АСКОН» – комплекс средств автоматизации проектирования, объединенных под общей торговой маркой «КОМПАС» – охватывает ключевые направления конструирования, проектирования и технологической подготовки производства изделий любого профиля. Кроме того, это ПО позволяет организовать на предприятии интегрированную среду управления инженерным документооборотом. Региональное представительство компании, предприятие «АСКОН-БЕЛ», активно участвуя в создании и распространении ПО «КОМПАС», в 2004 г. поставило конфигурацию из 15 рабочих мест ПО «КОМПАС» машиностроительного направления на кафедру «Сельскохозяйственные машины» УО ГГТУ им. П.О. Сухого.

В состав поставленного университету ПО вошла система объемного проектирования «КОМПАС-3D», которая обеспечивает параметрическое твердотельное моделирование отдельных деталей, сборочных единиц и агрегатов машин [3, 4]. Двумерная параметрическая чертежно-конструкторская система «КОМПАС-ГРАФИК» обеспечивает базовую графику, конструирование на плоскости и форми-

рование чертежей. «КОМПАС-ГРАФИК» позволяет создавать различные виды конструкторско-технологической документации как на основании разработанной в «КОМПАС-3D» трехмерной модели детали или узла сельскохозяйственной машины, так и путем проектирования объектов на плоскости с использованием специальных приложений, которые ускоряют процессы проектирования и разработки документации. Оформленная в среде «КОМПАС-ГРАФИК» документация полностью соответствует требованиям ЕСКД к оформлению и изготовлению документов и хранится в технических архивах на бумажных носителях (курсовые и дипломные проекты) или в электронном виде.

ПО «КОМПАС» включает также большой набор прикладных приложений для поддержки автоматизированного проектирования сельскохозяйственных машин, которые ускоряют разработку трехмерных моделей и чертежей и повышают качество проектной документации. В качестве таких приложений выступают специализированные библиотеки, справочники и автоматизированные системы проектирования. Параметрические библиотеки машиностроительных деталей, деталей штампов, приспособлений, элементов электрических, гидравлических и пневматических схем являются компонентами графического редактора «КОМПАС-ГРАФИК».

Автоматизированные системы проектирования тел вращения (валы, зубчатые колеса и т. п.), пружин, металлоконструкций были адаптированы для конструкторов узлов и агрегатов сельскохозяйственных машин и обеспечивают не только ускоренное формирование чертежей, но и выполнение расчетов, а также подбор рациональных параметров проектируемых объектов. Например, подсистема «КОМПАС-Shaft Plus» позволяет не только выполнять геометрические и прочностные расчеты цилиндрических и конических зубчатых, цепных, червячных и ременных передач (рис. 1), но и строить их параметрические модели, из которых очень легко получить как обычный плоский чертеж с таблицами параметров зубчатых колес и изображением профилей зубьев, так и трехмерную модель. На кафедре «Сельскохозяйственные машины» УО ГГТУ им. П.О. Сухого в дисциплине «Основы проектирования сельскохозяйственной техники» (курсовой проект) выполняется решение задачи многокритериальной параметрической оптимизации двухступенчатого редуктора [5], при этом методика многокритериальной оптимизации [6] и использование возможностей КОМПАСа позволяют улучшать проекты, которые студенты ранее выполнили в курсовом проектировании по дисциплине «Детали машин». Кроме того, «КОМПАС-Shaft Plus» была применена студентами в дипломном проектировании, руководителем которых был автор статьи, а затем использовалась в работах, представленных на «Республиканском конкурсе научных работ студентов вузов Республики Беларусь» к дипломам II ступени.

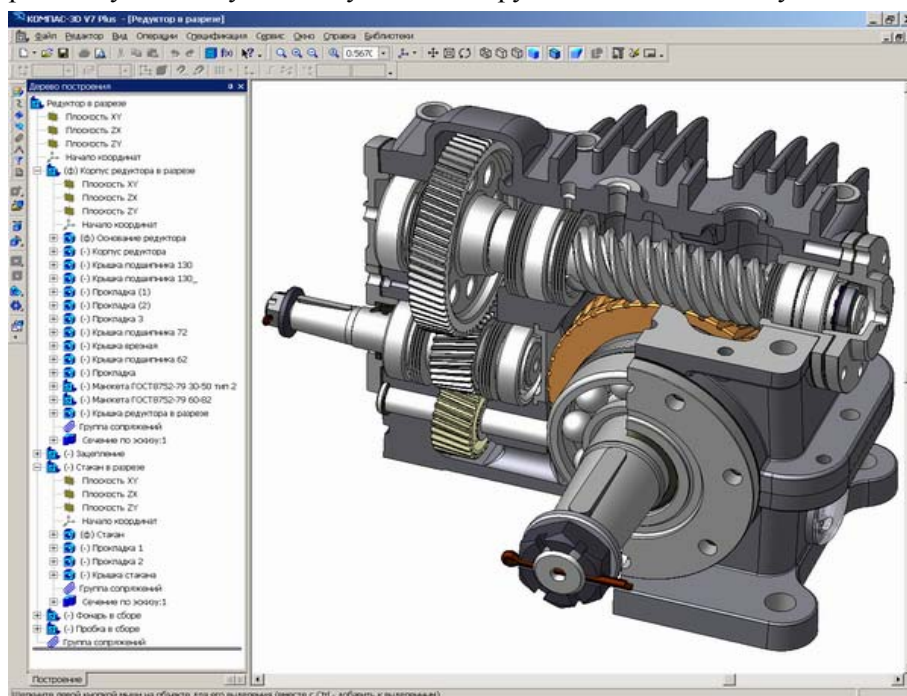


Рис. 1. Результат проектирования механической передачи

Подсистема «КОМПАС-МЕНЕДЖЕР» обеспечивает централизованное накопление и надежное хранение электронной документации в интегрированной базе данных конструкторско-технологического назначения. Средства создания и ведения интегрированной базы позволяют организовать документооборот и обмен информацией в коллективе специалистов (преподавателей, сту-

дентов), работающих над общими проектами. Каждый проект может содержать большой объем разнообразной взаимосвязанной информации об изделии или о группе изделий, включая: объемные модели и чертежи изделий, сборочных единиц и деталей; регламенты технологических процессов, программы для станков с числовым программным управлением, чертежи технологической оснастки; результаты решения расчетных задач, текстовые документы в формате Microsoft Office, растровые изображения, фотографии и рисунки в любом графическом формате, модели SolidWorks, чертежи AutoCAD и другие типы документации, созданные как в среде «КОМПАС», так и в других системах. «КОМПАС-МЕНЕДЖЕР» позволяет специалистам быстро находить в базе нужные чертежи, модели, документы или информацию, создавать сводные отчеты по изделию или по группе изделий. Средства импорта-экспорта информации позволяют осуществлять обмен данными и документами с другими базами в интегрированных системах проектирования и управления производством.

Система автоматизированного проектирования технологических процессов «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ» позволяет создавать технологическую документацию для различных видов обработки деталей (механическая обработка, штамповка, сборка, сварка, термообработка и др.). В системе применяются различные режимы разработки технологических процессов: проектирование на основе технического процесса-аналога, формирование технического процесса из блоков типовых операций и переходов, автоматическая доработка типовой технологии на основе параметрического чертежа детали, формирование индивидуального технологического процесса в диалоговом режиме с использованием справочных баз данных.

«АСКОН-БЕЛ» выпустил новую, существенно переработанную и модернизированную версию системы «КОМПАС-ШТАМП», с более ранними версиями которой многие предприятия Республики Беларусь уже знакомы. Система предназначена для автоматизации проектирования штампов разнообразных конструкций для различных операций холодной листовой штамповки.

Центральным компонентом программного комплекса «КОМПАС» является система управления жизненным циклом изделия ЛОЦМАН:PLM (Product Lifecycle Support Management) (рис. 2). Система корпоративного уровня «ЛОЦМАН:PLM» обеспечивает накопление, хранение и управление всей информацией и документацией, необходимой для проектирования, изготовления и эксплуатации продукции предприятия. На этапе подготовки производства система обеспечивает накопление данных по результатам конструкторско-технологического проектирования и обмен информацией между инженерными службами. Утвержденные данные и документация передаются в другие службы предприятия для материально-технического обеспечения, производства и эксплуатации выпускаемых сельскохозяйственных машин.

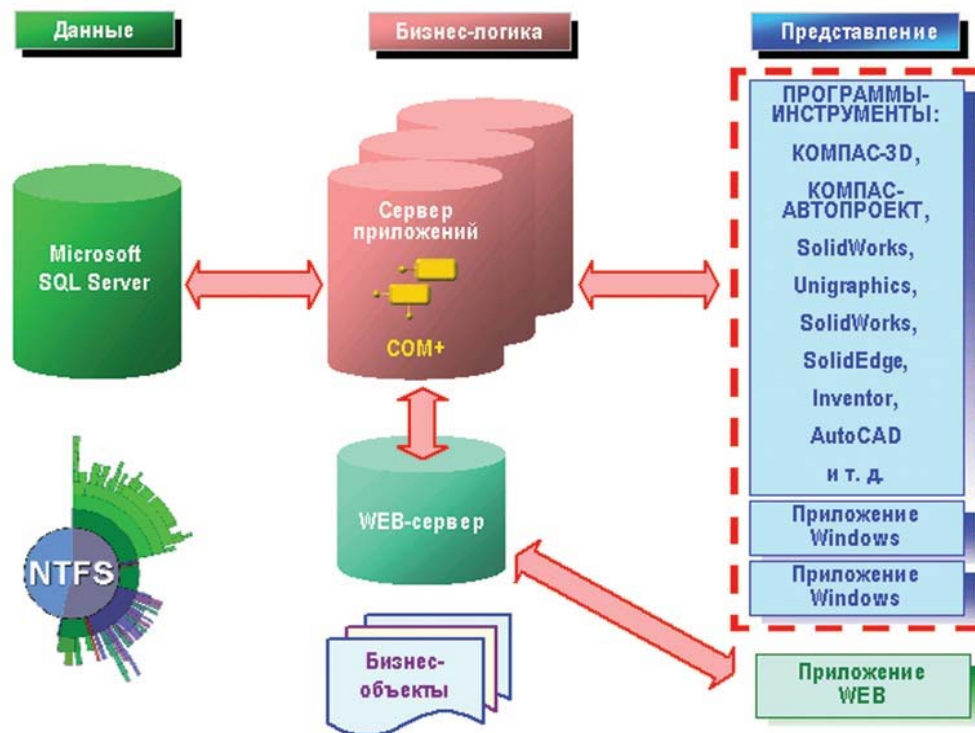


Рис. 2. Трехзвенная архитектура системы «ЛОЦМАН:PLM»

## Положительные стороны КОМПАС

Привлекательность информационных технологий компании АСКОН для белорусских вузов и предприятий обусловлена следующими факторами.

1. Высокое качество и широкие функциональные возможности решений компании АСКОН по комплексной автоматизации проектирования и производства хорошо проверены в производственных условиях многих предприятий, подтверждены наличием более 2500 заказчиков ПО «КОМПАС» в России, Беларуси, Украине и в других странах СНГ. Положительные отзывы ведущих предприятий о продукции «КОМПАС» и информация об успешном опыте создания на ее основе интегрированных систем проектирования отражены в многочисленных публикациях в периодической печати [7], в специальных изданиях [8] и на сайтах Интернета.

2. При содействии «АСКОН-БЕЛ» специалисты и преподаватели белорусских предприятий (вузов) могут, не выезжая за пределы республики, получить полную и достоверную информацию обо всех компонентах продукции «КОМПАС» и детально ознакомиться с рабочими версиями систем проектирования. Имеется возможность проведения непосредственно на предприятии презентаций продукции «КОМПАС» и расширенных технических совещаний с участием специалистов «АСКОН-БЕЛ», возможность организации испытаний и опытной эксплуатации систем в реальных производственных условиях. Все это позволяет исключить риск принятия ошибочных или неэффективных решений при выборе «КОМПАС» в качестве основной платформы для создания интегрированной системы проектирования или для модернизации действующей САПР при помощи недорогих и надежных средств автоматизации.

3. Использование белорусскими предприятиями лицензионно чистых российских информационных технологий, соответствующих мировому уровню, способствует решению актуальной для республики задачи импортзамещения и легализации программных средств автоматизации проектирования, а также вступления в ВТО.

4. Функциональные возможности «КОМПАС» позволяют создавать автоматизированные рабочие места практически во всех подразделениях предприятия на единой программно-технической платформе, что облегчает предприятию поддержку и сопровождение системы проектирования и ускоряет процессы переподготовки специалистов за счет централизованного обучения и обмена опытом работы в среде «КОМПАС».

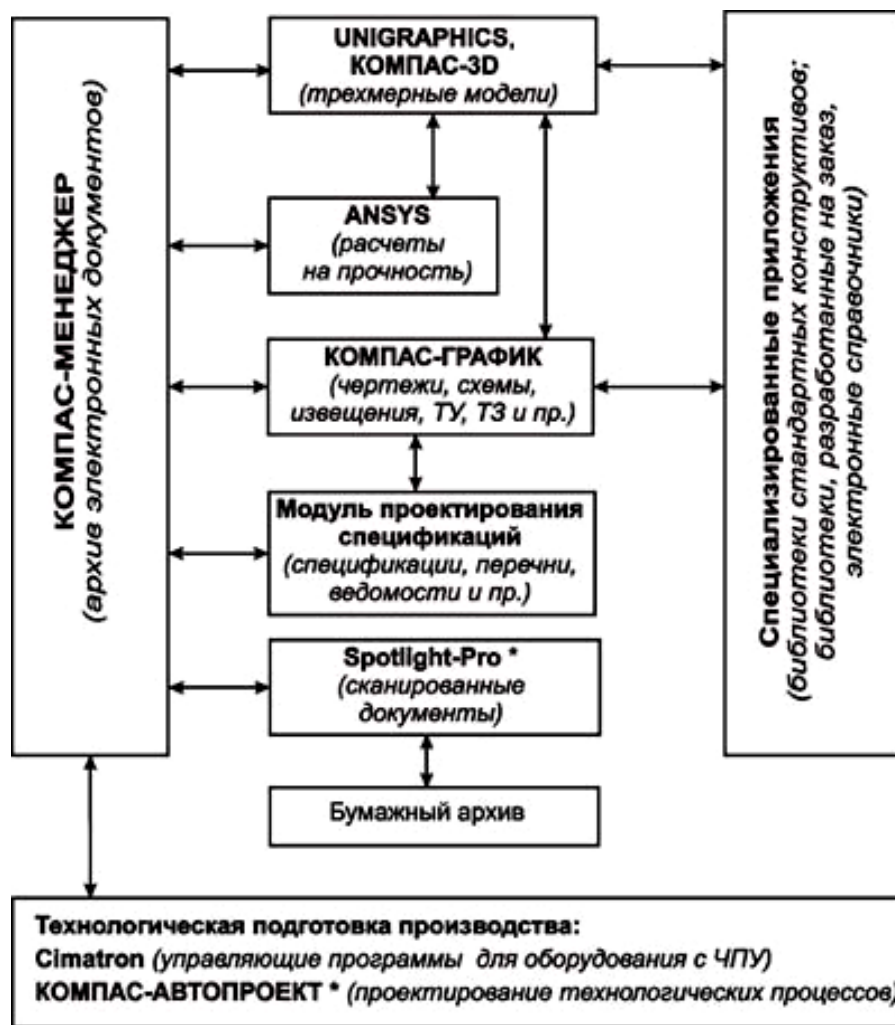
5. Умеренные цены на высококачественную продукцию «КОМПАС» обеспечивают оптимизацию соотношения затрат и технико-экономической эффективности вложений в средства автоматизации проектирования.

6. Обеспечена возможность создания на предприятии интегрированной системы проектирования и технологической подготовки производства изделий последовательным поэтапным наращиванием средств автоматизации, от создания "островков автоматизации" в отдельных подразделениях предприятия до ввода в действие системы комплексной автоматизации проектирования и производства с единой конструкторско-технологической базой, интегрированной с системами PDM (Product Data Management - программный продукт управления инженерными данными об изделии) и ERP – системы планирования и управления ресурсами предприятия.

7. При развитии системы проектирования путем включения в нее дополнительных продуктов «КОМПАС» исключается риск информационной или программной несовместимости вновь приобретаемых и уже функционирующих систем проектирования, поскольку все поставляемые компанией «АСКОН» продукты взаимоувязаны и их совместимость изначально обеспечена разработчиками систем.

8. Обеспечена возможность включать в интегрированную «КОМПАС-систему» (рис. 3) программные средства или системы проектирования, созданные другими разработчиками. На ряде предприятий Республики Беларусь успешно работают такие комплексы, как «КОМПАС 3D–ГЕММА 3D» (моделирование детали в среде «КОМПАС», разработка программы ее обработки для ЧПУ в среде ГЕММА), «SolidWorks – КОМПАС-ГРАФИК», «Unigraphics – КОМПАС-ГРАФИК» (трехмерное моделирование в среде импортных пакетов, оформление комплекта чертежей в среде «КОМПАС»).

9. Наличие в Беларуси регионального представительства «АСКОН-БЕЛ» способствует снижению затрат предприятия на обучение и переподготовку специалистов за счет проведения учебы в Минске или с выездом преподавателей на любое предприятие в любом регионе Республики Беларусь. Это позволяет минимизировать сроки ввода в действие программно-технического обеспечения. Специалисты «АСКОН-БЕЛ» могут немедленно оказать экстренную помощь заказчику, если возникает критическая ситуация при освоении или эксплуатации продукции «КОМПАС».



\* использование модуля планируется в перспективе

Рис. 3. Интегрированная КОМПАС-система

10. Продукты «КОМПАС» позволяют оперативно получить практические результаты от их использования и добиться минимальных (по сравнению с другими системами) сроков окупаемости затрат за счет ускоренного ввода в действие и высоких эксплуатационных характеристик систем проектирования, наличия оперативного консалтинга и подробной документации на ПО.

#### Обсуждение результатов

Опыт показывает, что для успешного внедрения программного комплекса в вузе или на предприятии необходимо выполнение следующих требований:

- интеграция внедряемого ПО с другими, работающими на предприятии программными комплексами;
- наличие у ПК широкого спектра специализированных приложений и библиотек;
- адаптация ПК под специфику различных подразделений предприятия;
- возможность оперативного получения консультации и помощи поставщика лицензионного ПО.

«КОМПАС» удовлетворяет всем вышеупомянутым требованиям. Более того, всем, кто приобретает лицензионное ПО, хорошо известен факт поставки фирмой-владельцем ПО ограниченного комплекта учебных пособий и руководств, выпускаемых той же фирмой. Дополнительно приобрести требуемые для обеспечения учебного процесса руководства невозможно, а снятие копий с имеющихся оригиналов запрещено условиями договора с фирмой-владельцем ПО.

Описанный программный комплекс, как и любые другие САПР, постоянно развивается, и от версии к версии повышаются возможности моделирования все более сложных изделий, постоянно увеличивается количество библиотек, а их содержание совершенствуется, прибавляются прикладные программы. Однако принципы конструирования в среде «КОМПАС» и методика создания КД остаются неизменными [9].

Фирма «АСКОН» время от времени списывает руководства пользователей устаревших версий ПО, которые в соответствии с вышеприведенными замечаниями вполне пригодны для обучения по 40-часовой рабочей программе. В настоящее время в библиотеке УО ГГТУ им. П.О. Сухого находится свыше 200 руководств пользователя и программиста, способных ответить на подавляющее большинство вопросов учащихся.

### **Заключение**

Практика последних 7 лет показала, что затраты на освоение КОМПАСа в вузе окупаются за относительно короткий срок и в стоимостном выражении обходятся, как правило, на порядок ниже, чем на машиностроительном предприятии. Применение КОМПАСа обеспечивает превращение электронных данных о проектируемой сельскохозяйственной машине в важнейший бизнес-ресурс предприятия. Такой подход обеспечивает проектирование конкурентоспособной продукции и ее сопровождение в течение всего жизненного цикла, одновременно сокращая время выхода сельскохозяйственной техники на рынок и снижая сопутствующие затраты на ее производство и поддержку в процессе эксплуатации.

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Попов, В. Б. Использование программного комплекса «КОМПАС» для автоматизированного проектирования узлов и агрегатов сельскохозяйственных машин / В. Б. Попов // Проблемы современного образования в техническом вузе: Материалы учебно-методической конференции. – Гомель. – 9–10 апреля. – 2009. – С. 103–104.
2. Пыжик, В. И. Комплексная автоматизация. Проблемы и решения / В. И. Пыжик, М. К. Добровольская // Техника, Экономика, Организация. – Минск, 2003. – №4. – С. 14–18.
3. Красильникова, Г. А. Автоматизация инженерно-графических работ / Г. А. Красильникова, В. В. Самсонов, С. М. Тарелкин. – СПб: Питер, 2001. – 256 с.
4. Самсонов, В. В. Автоматизация конструкторских работ в среде КОМПАС-3D: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. В. Самсонов, Г. А. Красильникова. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2009. – 224 с.
5. Кадач, Т. В. Принятие решений при автоматизированном проектировании типовых зубчатых редукторов / Т. В. Кадач, В. Б. Попов // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2007. – №1. – С. 22–28.
6. Соболев, И. М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями / И. М. Соболев, Р. Б. Статников. – М.: Наука, 1981. – 130 с.
7. Теверовский, Л. В. «Ликбез» на рубеже веков / Л. В. Теверовский. – М.: САПР и ГРАФИКА, 2000. – №5. – С. 29–31.
8. Дубровин, С. А. Массовое внедрение САПР КОМПАС в ОАО «АвтоВАЗ» / С. А. Дубровин. – М.: САПР и ГРАФИКА, 2004. – Спец. выпуск. – С. 49–51.
9. Кочуров, В. А. CALS- технология и проблемы подготовки инженерных кадров / В. А. Кочуров, В. Д. Цветков // Современные методы проектирования машин. Расчет, конструирование и технология изготовления. СБОРНИК ТРУДОВ II МНПК. – Минск: БНТУ, 2004. – Том 3. – С. 135–142.