

УДК 65.011.56:004.896

**Л.В. Нечволода**

Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АРХИТЕКТУРА  
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ПЕРЕОСНАЩЕНИЮ  
НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ****Abstract**

*Nechvoloda L.V. Information technologies and architecture of program complex for automatization of acceptance of the decisions on technical reequipment at the machine-building enterprise. In the article is considered the models of management of technical reequipment of the machine-building enterprise. Have been investigated and systematized different approaches, mathematical device and structural algorithms for automation of manufacturing equipment's control. Also has been analysed software for automatization of management of development of production funds. In result have been worked out the diagram of precedents of use of a program complex and diagram of classes of a subject domain for support of acceptance of the decisions on technical reequipment of the machine-building enterprise. These diagrams will help in future to receive most brimful and detailed model for automatization of DSS.*

**Keywords:** machine-building enterprise, production funds, model of management, function chart, automatization, diagram, precedents, classes.

**Анотація**

*Нечволода Л.В. Інформаційні технології та архітектура програмного комплексу для автоматизації прийняття рішень по технічному переоснащенню на машинобудівному підприємстві. Розглянуто модель керування технічним переоснащенням машинобудівного підприємства. Досліджено й систематизовано підходи, математичний апарат, алгоритми й програмне забезпечення для автоматизації управління розвитком виробничих фондів. Розроблено діаграму прецедентів використання програмного комплексу й діаграму класів предметної області для підтримки прийняття рішень по технічному переоснащенню машинобудівного підприємства.*

**Ключові слова:** машинобудівне підприємство, виробничі фонди, модель управління, функціональна схема, автоматизація, діаграма, прецеденти, класи.

**Аннотация**

*Нечволода Л.В. Информационные технологии и архитектура программного комплекса для автоматизации принятия решений по техническому переоснащению на машиностроительном предприятии. Рассмотрена модель управления техническим переоснащением машиностроительного предприятия. Исследованы и систематизированы подходы, математический аппарат, алгоритмы и программное обеспечение для автоматизации управления развитием производственных фондов. Разработана диаграмма прецедентов использования программного комплекса и диаграмма классов предметной области для поддержки принятия решений по техническому переоснащению машиностроительного предприятия.*

**Ключевые слова:** машиностроительное предприятие, производственные фонды, модель управления, функциональная схема, автоматизация, диаграмма, прецеденты, классы.

**Постановка задачи в общем виде и ее связь с важными научными и практическими заданиями.**

Предприятия для сохранения конкурентоспособности должны время от времени вносить изменения в свою хозяйственную деятельность. На предприятие, стоящее перед необходимостью изменений, большое влияние оказывают производственные параметры, к которым относятся стратегические хозяйственные области, организация и ход производственного процесса, фирменная культура, применяемая техника.

Разработка и реализация информационных технологий для управления развитием производственных фондов, техническим перевооружением и переоснащением машиностроительного предприятия с применением соответствующих математического аппарата, методов и алгоритмов должна выполняться на основе системного подхода. Важную роль играет анализ причин, вызывающих потребность в изменениях на машиностроительном предприятии, исследование роли производственных фондов как объектов инновационной активности предприятия и инструментов преодоления периодически возникающих кризисов в связи с внешнеэкономической, внутрихозяйственной производственной и другими видами деятельности на предприятии [1].

В настоящее время существуют различные платформы и решения в области автоматизации управления бизнес-процессами на предприятии и его взаимодействия с внешней средой. Их особенностью является обобщенный подход к решению задач в области оперативного учета, автоматизации документооборота, организации хранилищ данных. Рассматриваемые системы с точки зрения задач автоматизации данной предметной области (ПО) имеют следующие недостатки: требуются большие капиталовложения для реинжиниринга информационного обеспечения деятельности предприятия при их внедрении, необходима настройка (перестройка) силами специалистов алгоритмического и программного обеспечения для решения конкретной задачи по автоматизации управления развитием предприятия или его аспектов; при извлечении знаний, необходимых для данной задачи, недостаточно используются методы добычи знаний и поиска скрытых зависимостей — Data Mining, в том числе методы диагностирования состояний и ситуаций (распознавания образов) и методы искусственного интеллекта. Последнее наиболее существенно снижает эффективность применения таких систем в рассматриваемой ПО.

Используемые в настоящее время системы EAM (Enterprise Asset Management) — управления основными фондами (активами) предприятия, такие, как Avantis Wonderware, EMPAC, TRIM — Технический менеджмент (НПП «СпецТек»), модули некоторых ERP-систем, системы Maximo (MRO Software), Datastream 7i (Infor), iMaint (DPSI) ориентированы на автоматизацию и оптимизацию бизнес-процессов в области эксплуатации, технического обслуживания и ремонта объектов основных фондов, и предназначены по большей части для организации данных и их обработки в области маркетинга, логистики и экономической информации. При этом, с одной стороны, не учитывается детерминированный характер анализируемых технологических систем, позволяющий построить математические модели производимых ими преобразований материальных потоков и энергии, выработки управляющих воздействий и получения измерительных сигналов об их состоянии в цепях обратных связей. С другой стороны, практически не поддерживается слабоформализуемый и творческий этап системного анализа технологических систем и производственных фондов.

**Целью статьи является** исследование методов применения информационных технологий и укрупненной архитектуры программного комплекса для решения задач управления развитием производственных фондов и техническим переоснащением машиностроительных предприятий.

Управление развитием производственных фондов машиностроительного предприятия должно осуществляться в рамках управления развитием предприятия в целом по соответствующим планам и программам, обеспечивающим реализацию стратегии развития.

Рассмотрим модель управления техническим переоснащением машиностроительного предприятия, изображенную на рисунке 1.

$$\begin{array}{ccc}
 u = \mathop{\text{opt}}_{u \in U} C(u, \hat{x}, \hat{z}) & \xrightarrow{u} & z' = H(z, u), x' = F(x, z) \\
 \hat{x}, \hat{z} \uparrow & & x, z \downarrow \\
 \hat{x} = G_x^{-1}(y), \hat{z} = G_z^{-1}(y) & \xleftarrow{y} & y = G(x, z), x' = F(x, z)
 \end{array}$$

Рисунок 1 — Модель управления техническим переоснащением машиностроительного предприятия

Функциональная схема включает в себя следующие элементы модели:  $x \in X$  — текущее состояние основных средств предприятия;  $y \in Y$  — результаты мониторинга за состоянием основных средств, являющиеся вектором в пространстве состояний технических характеристик;  $u \in U$  — управление развитием основных фондов (решение о варианте технического переоснащения и способе его реализации), выбранное из множества допустимых вариантов управления;  $C(u, \hat{x}, \hat{z})$  — модель принятия решения, при этом качество управления определяется заданной целью управления;  $z' = H(z, u)$  — модель источника воздействия на основные средства, описывающие варианты технического переоснащения;  $x' = F(x, z)$  — модель функционирования основных средств;  $y = G(x, z)$  — модель порождения данных, описывающая связи между техническим состоянием оборудования, воздействиями на него в ходе технического переоснащения и результатами мониторинга. При этом оценки  $\hat{x}$  и  $\hat{z}$  — интегральные показатели, соответствующие техническому состоянию оборудования и характеристикам воздействий на него в ходе технического переоснащения.

Модель, приведенная на рисунке 1, показывает непрерывность процесса управления развитием основных фондов. Вместе с тем техническое переоснащение или перевооружение предприятия становится жизненно необходимым при выявлении таких индикаторов, как отсутствие гибкости производства или ее недостаточный уровень, низкая технико-экономическая эффективность, проблемы с продвижением продукции предприятия на рынке, подъем технологического уровня производства в данном сегменте рынка, возникновение производственных проблем и т.п.

В таблице 1 сформулированы задачи информационного обеспечения и направления использования информационных технологий в зависимости от уровня инновационной активности при техническом переоснащении машиностроительного предприятия и управления развитием производственных фондов.

Таблица 1 — Задачи информационного обеспечения и направления использования информационных технологий

Уровни инновационной активности при техническом переоснащении машиностроительного предприятия и управления развитием производственных фондов	Технико-экономическое состояние предприятия на данном уровне инновационной активности	Задачи информационного обеспечения и направления использования информационных технологий в рамках уровня
1	2	3
Стабильный уровень	Предприятие работает на стабильных рынках освоенной продукции, инновационная активность проводится в рамках реализации планов управления развитием предприятия, основана на прошлом опыте. Поддержка принятия решения осуществляется на основе подсистем отчетности и визуализации результатов запросов к базам данных.	Информационное и логическое моделирование ПО, использование объектно-реляционного или объектно-ориентированного подхода к организации баз данных для оперативного учета производственных данных, применение концепции хранилищ данных для долговременного накопления и хранения данных в различных форматах хранения, использование современного системного программного и аппаратного обеспечения для организации сегмента корпоративной компьютерной сети или кластера для обеспечения задач автоматизации обработки данных и управления в данной ПО. Применение методов и алгоритмов подготовки сырых данных в различных форматах хранения и представления для последующей обработки методами Knowledge Database Discovery
Реактивный уровень (в ситуациях технико-экономических кризисов и проблем)	Предприятие расширяет освоенные рынки и адаптирует выпускаемую продукцию к новым требованиям, активность основана, в том числе, на сборе и обработке экспертных оценок, организации и использовании баз знаний (БЗ)	Поддержка проведения системного анализа в виде автоматизации составления когнитивных и стратегических карт (Business Score Card), проведения функционально-стоимостного анализа. Построение математических моделей зависимостей параметров ПО от внешних воздействий и состояния внутренней среды предприятия. Проведение имитационного моделирования функционирования ПО. Использование методов обработки данных и экспертных оценок, накопленных в рамках реализации предыдущих этапов, на основе аппарата нечеткой логики, гибридных нейронно-нечетких сетей, машинного обучения (построения деревьев решений). Сервис-ориентированная архитектура программного комплекса для обеспечения адаптации подсистем автоматизации и их интеграции для решения конкретных задач

Таблица 1 — продолжение

1	2	3
<p>Уровень упреждения</p>	<p>Предприятие расширяет свою деятельность за счет рынков, близких к уже освоенным, расширяет ассортимент продукции на базе известной технологии. Инновации основаны на прогнозировании возможных состояний и событий</p>	<p>В том числе, диагностирование состояний и ситуаций на основе решения задач распознавания образов и задач Data Mining — кластеризации и классификации. Уточнение и повышение адекватности имитационных моделей на основе изменившихся исходных и результирующих данных. Определение на основе БД и БЗ в рамках решения задач Data Mining ассоциативных и последовательностных шаблонов для фактов и процедур принятия решений. Аппроксимация экономических и производственных данных, получение прогнозов на основе использования гибридных сетей, математических моделей и БЗ. Решение задач оптимизации, в том числе многокритериальной и в условиях неопределенности. Решение в рамках общей постановки задач оптимизации задач поиска оптимального пути (поставок, технологической цепи и т.д.) в условиях неизвестного, частично известного и изменяющегося окружения</p>
<p>Уровень исследования</p>	<p>В основе инновационной активности лежит поиск и внедрение новых технологические альтернативы производства и сбыта продукции предприятия. От автоматизированных подсистем требуется поддержка в добыче знаний, чья ценность или пригодность для решения стоящих перед предприятием задач четко не определена. Проводится поиск и исследования в корпоративных и внешних базах и хранилищах данных и знаний, локальных компьютерных сетях, глобальной сети Internet</p>	<p>Использование многоагентных технологий для организации мониторинга и поиска данных и знаний, выполнения других поставленных задач. Использование при реализации программных агентов методов логического программирования и искусственного интеллекта. Использование средств для задания онтологии ПО, задания схемы организации среды поиска, задания условий определения релевантности результатов поиска задаче (запросу) пользователя, с целью упрощения и ускорения поиска и отбора данных и документов. Использование средств интеграции подсистем управления развитием производственных фондов с автоматизированной системой управления предприятием и CAD-CAM-CAE-системами, используемыми на автоматизированных местах инженеров-конструкторов и технологов</p>
<p>Творческий уровень (обеспечивается только информационной поддержка и средства моделирования для проверки альтернатив)</p>	<p>Поддержка инновационной активности за счет творческого подхода к разработке, поиску и внедрению новых технологий, поиска и реализации нестандартных и революционных решений в области производства</p>	<p>В том числе, информационное обеспечение творческой деятельности специалистов, развитые средства моделирования изделий и процессов их изготовления, подсистемы для автоматизации технического творчества с применением формализованных алгоритмов этого процесса и методов искусственного интеллекта</p>

На основе результатов анализа задач [1, 2] и модели управления основными фондами машиностроительного предприятия разработана диаграмма прецедентов использования программного комплекса для поддержки принятия решений по развитию основных фондов. Диаграмма приведена на рисунке 2 и показывает функциональные возможности программного комплекса, в ходе реализации которых эксперты в предметной области имеют возможность формализовать свои знания в виде оценок вариантов технического переоснащения, аналитики обеспечивают выбор необходимых методов, моделей и алгоритмов подготовки и обработки данных, представления результатов оценивания в наглядном и интерпретируемом виде, лица, принимающие решения, имеют возможность просмотреть оценки вариантов переоснащения, риски возможных решений и дополнительные данные из хранилища данных программного комплекса.

На рисунке 3 приведена разработанная автором диаграмма классов предметной области «Автоматизация принятия решений по техническому переоснащению на машиностроительном предприятии». Набор классов включает в себя актеров, участвующих в диаграмме прецедентов использования программного комплекса, а также классы, обеспечивающие использование оценок значений интегральных показателей вариантов переоснащения, рисков принимаемых решений, моделей подготовки и обработки данных, обработки экспертных оценок и их согласования.

### **Выводы**

Рассмотрена модель управления техническим переоснащением машиностроительного предприятия, которая учитывает взаимное влияние текущего состояния основных средств, источника воздействия на это состояние, моделей мониторинга за состоянием основных средств, порождения данных и принятия решений.

С учетом предложенной модели, в зависимости от уровня инновационной активности предприятия исследованы и систематизированы подходы, направления, математический аппарат, алгоритмы и программное обеспечение для автоматизации управления развитием производственных фондов. Выполненная классификация, соотнесение уровней, аспектов и компонентов информационных технологий с возможностью решения задач различного уровня инновационной активности позволяют интегрировать в обобщенной информационной технологии и программном комплексе различные методы и алгоритмы, обеспечивающие эффективное решение задач автоматизации обработки данных, добычи знаний и поддержки принятия решений при осуществлении данной бизнес-деятельности.

Разработанная диаграмма прецедентов использования программного комплекса для поддержки принятия решений по развитию основных фондов машиностроительного предприятия и диаграмма классов предметной области «Автоматизация принятия решений по техническому переоснащению на машиностроительном предприятии» позволили определить необходимую функциональность программного комплекса, и перечень моделей, методов, алгоритмов, эффективность и адекватность которых необходимо исследовать, и затем ввести в алгоритмическое обеспечение программного комплекса.

### **Литература**

1. Борисов С.Б. Система управления основными фондами машиностроительного предприятия: Дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05: Воронеж, 2001. — 179 с.
2. Кравченко В.И., Зоненко В.В., Багрянова Л.В. и др. Автоматизация поддержки принятия решений по модернизации оборудования // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. — № 1Е (6). — 2006. — С. 330–335.
3. Нечволода Л.В. Автоматизация управления развитием производственных фондов машиностроительного предприятия на основе информационных технологий // Вісник ХНУ. — №3. — Т. 2. — 2008. — С. 255–259.

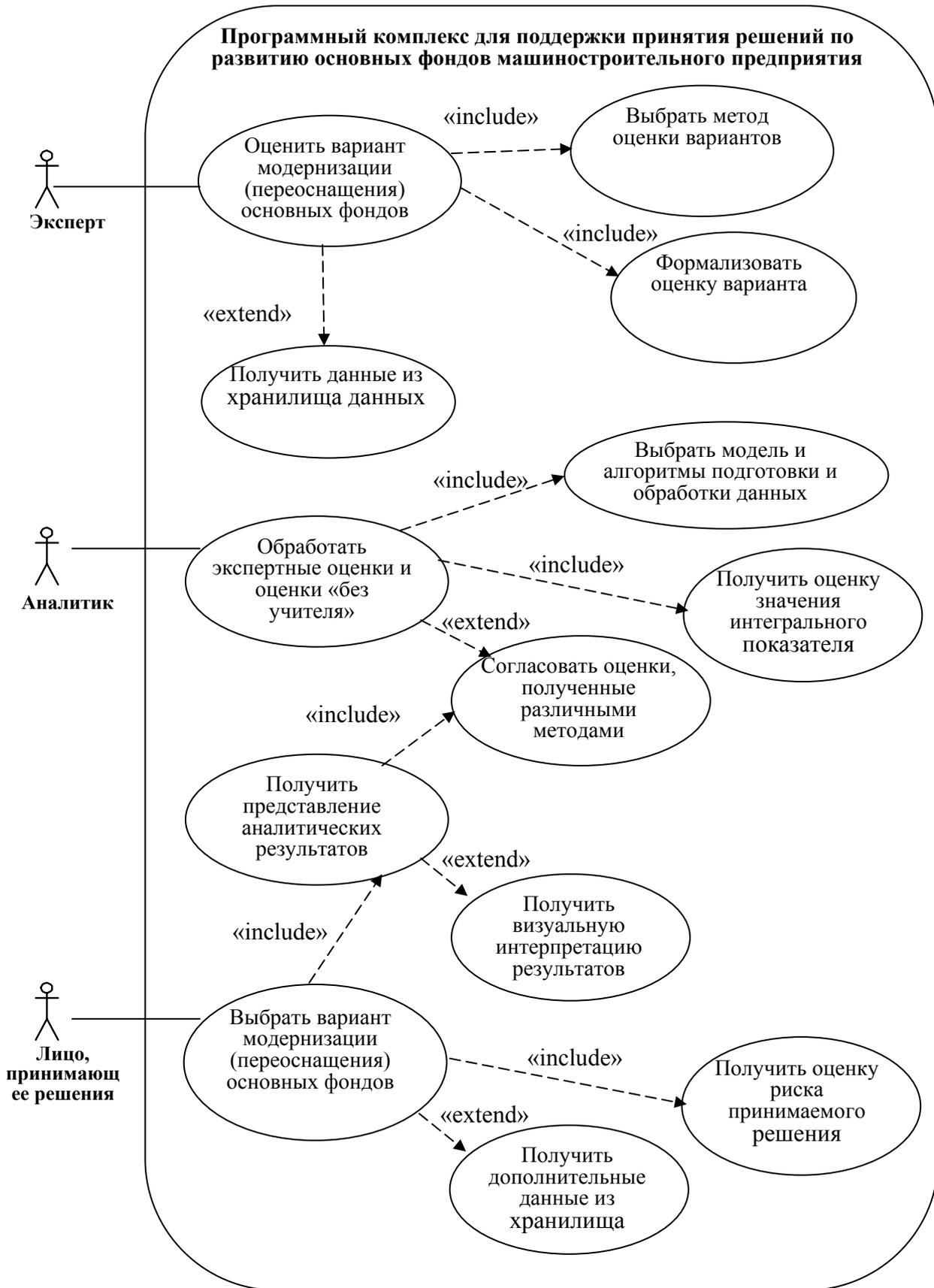


Рисунок 2 — Диаграмма прецедентов использования программного комплекса для поддержки принятия решений по развитию основных фондов

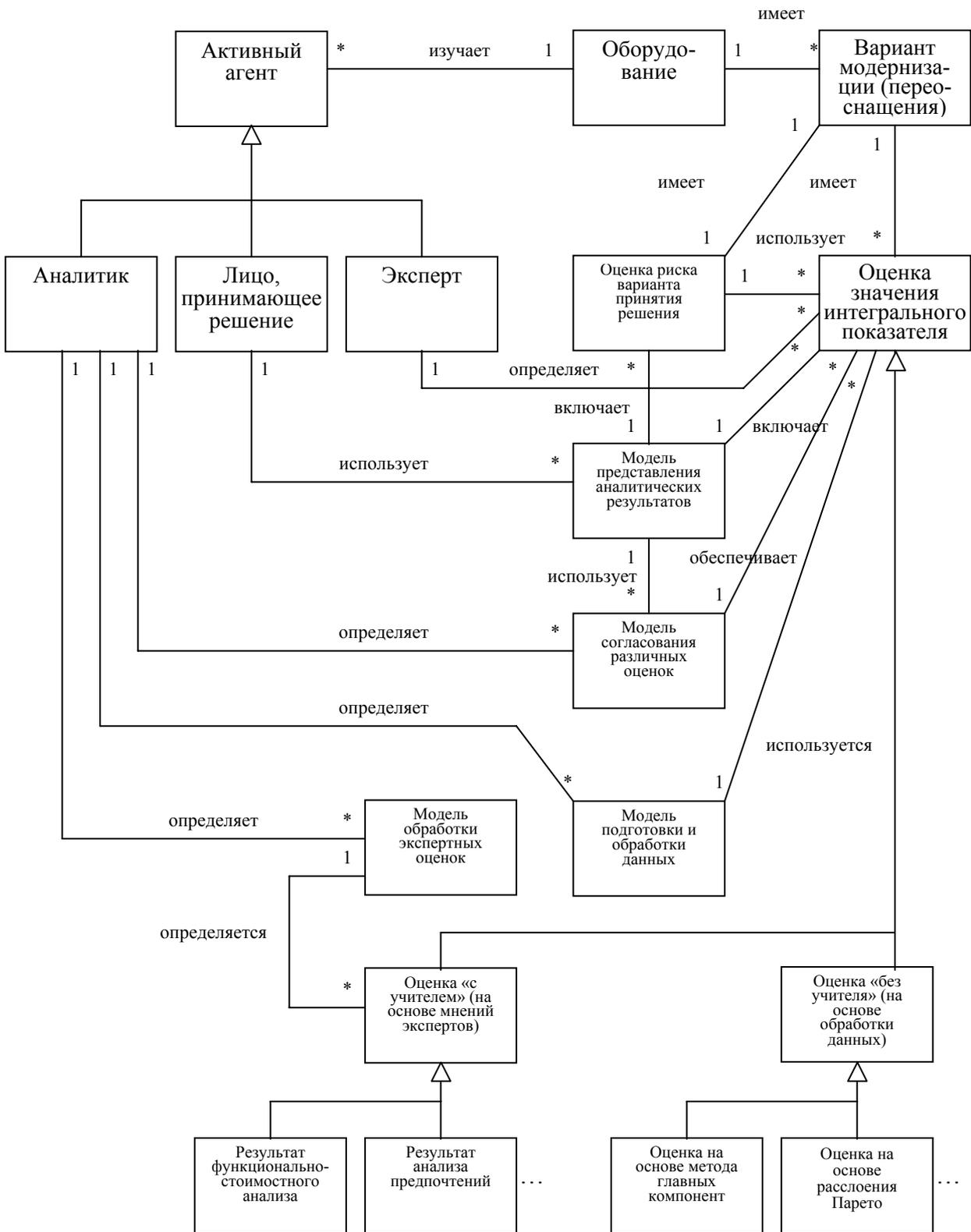


Рисунок 3 — Диаграмма классов предметной области «Автоматизация принятия решений по техническому переоснащению на машиностроительном предприятии»

Здано в редакцію:  
26.02.2009р.

Рекомендовано до друку:  
д.т.н, проф. Скобцов Ю.О.