

# Обзорная информация

УДК 338.26.015.001.57

## Теория и практика имитационного моделирования для решения экономических задач в промышленности

© 2014г. В.Е. Пятецкий, А.Г. Михеев, А.Л. Генкин \*

В октябре 2013 г. в Казани состоялась Шестая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» ИММОД-2013. Организаторами конференции выступили Академия Наук Республики Татарстан (Казань), ООО «Элина-Компьютер» (Казань) и некоммерческое партнерство «Национальное общество имитационного моделирования» (Санкт-Петербург) при поддержке Правительства республики Татарстан, Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН (ОНИТ РАН, Москва), Института информатики и автоматизации РАН (Санкт-Петербург), ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» (Санкт-Петербург), The AnyLogic Company (Санкт-Петербург) и ОАО ICL-КПО ВС (Казань). Сопредседатели программного комитета конференции ИММОД-2013: Президент АН Республики Татарстан (Казань), академик АН Республики Татарстан А.М. Мазгаров; директор СПИИРАН (Санкт-Петербург), член-корреспондент РАН, президент НП «Национальное общество имитационного моделирования» Р.М. Юсупов. В докладах конференции были рассмотрены проблемы развития и обобщения теории, методологии и технологии имитационного моделирования. Проведен обмен опытом, и обсуждены результаты исследований и практических приложений имитационного моделирования в промышленности, логистике и других областях экономики. Участники конференции ознакомились с новейшими средствами автоматизации и визуализации имитационного моделирования, обсудили распространение опыта обучения теории и практике моделирования. Программу конференции составили 142 доклада и демонстраций промышленных моделей. Непосредственно в работе конференции приняли участие специалисты из России, Украины, Белоруссии, Латвии, Германии и Китая, представляя более 100 организаций из 41 города стран-участниц. В статье приведен обзор докладов, имеющих конкретную теоретическую и прикладную направленность в области имитационного моделирования и управления бизнес-процессами.

**Ключевые слова:** конференция, имитационное моделирование, теория, методология, автоматизация, промышленные модели, управление, бизнес-процессы.

В октябре 2013 г. в Казани состоялась Шестая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в

науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» ИММОД-2013.

Организаторами конференции выступили Академия Наук Республики Татарстан (Казань), ООО «Элина-Компьютер» (Казань) и некоммерческое партнерство «Национальное общество имитационного моделирования» (Санкт-Петербург) при поддержке Правительства республики Татарстан, Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН (ОНИТ РАН, Москва), Института информатики и автоматизации РАН (Санкт-Петербург), ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» (Санкт-Петербург), The AnyLogic Company (Санкт-Петербург) и ОАО ICL-КПО ВС (Казань).

Сопредседатели программного комитета конференции ИММОД-2013: Президент АН Республики Татарстан (Казань), академик АН Республики Татарстан А.М. Мазгаров; директор СПИИРАН

\* Пятецкий В.Е. — д-р техн. наук, проф. зав. каф. бизнес-информатики и систем управления производством НИТУ «МИСиС», 119049, г. Москва, Россия.

Михеев А.Г. — канд. физ.-мат. наук, доц. каф. бизнес-информатики и систем управления производством НИТУ «МИСиС», 119049, г. Москва, Россия.

Генкин А.Л. — д-р техн. наук, проф. каф. бизнес-информатики и систем управления производством НИТУ «МИСиС», ведущий научный сотрудник института проблем управления им. В.А. Трапезников РАН, 119049, г. Москва, Россия.

(Санкт-Петербург), член-корреспондент РАН, президент НП «Национальное общество имитационного моделирования» Р.М. Юсупов.

Информационными спонсорами конференции стали телерадиокомпания «Казань», журналы «Прикладная информатика» и «Автоматизация в промышленности» (Москва).

В докладах конференции были рассмотрены проблемы развития и обобщения теории, методологии и технологии имитационного моделирования. Проведен обмен опытом, и обсуждены результаты исследований и практических приложений имитационного моделирования в промышленности, логистике и других областях экономики. Участники конференции ознакомились с новейшими средствами автоматизации и визуализации имитационного моделирования, обсудили распространение опыта обучения теории и практике моделирования.

Программу конференции составили 142 доклада и демонстраций промышленных моделей. Непосредственно в работе конференции приняли участие специалисты из России, Украины, Белоруссии, Латвии, Германии и Китая, представляя более 100 организаций из 41 города стран-участниц.

Ниже приведен обзор докладов, имеющих конкретную теоретическую и прикладную направленность в области имитационного моделирования и управления бизнес-процессами.

В пленарном докладе «**Имитационная экспертиза: опыт применения и перспективы**», представленном С.А. Власовым (ОНИТ РАН, Москва), В.В. Девятковым (ООО «Элина-Компьютер», Казань) и М.М. Назмеевым (АН Республики Татарстан, Казань), представлен анализ опыта применения трех основных групп моделей: учебных; предназначенных для научных исследований; разрабатываемых и используемых для практических исследований. Отмечено неоправданно малочисленное использование группы моделей, предназначенных для системного анализа реальных систем в экономике и имеющих огромный потенциал расширения. Авторами предложено любое проектирование и модернизацию систем различных отраслей промышленности предварять имитационной экспертизой, т.е. исследованием систем в соответствии с апробированной и рекомендованной законом технологией имитационных исследований с получением соответствующих практических выводов и методических рекомендаций. Авторы доклада аргументировано показали, что проведение имитационной экспертизы на ранних стадиях проектирования позволит в масштабах страны сэкономить миллиарды рублей, увеличив степень достоверности прогноза развития предприятий и всей экономики в целом, а также обеспечив национальную безопасность государства наряду с энергетикой, обороной и др.

Автор пленарного доклада «**Стандартные этапы создания имитационных моделей производственных и логистических систем**» Ю.И. Толуев (Фраунгоферский институт организации и автоматизации производства IFF, Магдебург, Германия), рас-

сматривая три основных стандартных этапа моделирования (построение концептуальной модели системы и ее формализация, алгоритмизация модели и ее машинная реализация, получение и интерпретация результатов моделирования системы), делает акцент на этапе интерпретации общего подхода к организации имитационного исследования применительно к области моделирования производственных и логистических систем. Представлены диаграммы, позволяющие разработчику модели совместно с конечным пользователем улучшить понимание сущности и оценить правдоподобность представленных результатов моделирования, а также принять решение относительно способов учета этих результатов при решении соответствующих задач проектирования, планирования или управления производственным или логистическим предприятием.

Пленарный доклад «*BPSim* – система мульти-агентного имитационного моделирования бизнес-процессов и организационно-технических систем» представили сотрудники Уральского федерального университета (УрФУ) имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, К.А. Аксенов, Е.Ф. Смолий и О.П. Аксенова. Рассмотрев основные понятия мультиагентных процессов преобразования ресурсов (МППР), авторы доклада подробно описали линейку проблемно-ориентированных пакетов семейства *BPSim*, которое и является программной реализацией МППР. Также представлены различные инструментарии и методы, использованные на различных этапах анализа и синтеза МППР, и их поддержка линейкой продуктов *BPSim*. Полученные решения положены в основу подходов анализа проектирования и динамического моделирования МППР, а также технико-экономического проектирования, поддержки бизнеса и принятия решений.

Секционные заседания проводили ведущие специалисты и эксперты по имитационному моделированию России и зарубежных стран. В соответствии с тематическими направлениями научной программы конференция была разделена на следующие секции:

- 1) теоретические основы и методология имитационного и комплексного моделирования;
- 2) средства автоматизации и визуализации имитационного моделирования;
- 3) практическое применение имитационного и комплексного моделирования и средств автоматизации моделирования.

Далее проанализируем основные **секционные** доклады, затрагивающие использование имитационного моделирования для решение экономических задач, структурно привязанные к той или иной из представленных выше секций.

### **Секция 1. Теоретические основы и методология имитационного и комплексного моделирования**

В докладе «**Принципы имитационного моделирования глобальных хаотических систем, их анализ и оптимальное управление**» Н.Б. Кобелева,

представляющего Финансовый университет при Правительстве РФ (г. Москва) определены глобальные хаотические системы как класс систем большой сложности, включающих факторы и элементы, у которых нельзя определить вероятности и законы распределения вероятностей событий, известными математическими методами. Пример таких систем: различные технические и технологические объекты, социально-экономические образования (задачи разработки стратегии развития территорий, крупных корпораций, получение важнейших решений, например, по бюджету). С использованием имитационной модели бюджета России на 2013 г., основанной на разработанной автором методологии, выявлены большие недостатки в его структуре, допускающей огромные объемы нецелевого использования средств. Эти проблемы могут быть решены, по мнению автора, за счет изменения структуры бюджета путем применения имитационного анализа и приглашения специалистов различных видов деятельности.

Авторы доклада «**Алгебраические аспекты имитационного моделирования портфелей срочных финансовых инструментов**» Т.А. Уразаева и А.В. Бородин из Поволжского государственного технологического университета (г. Йошкар-Ола) представили результаты разработанных в ПГТУ инструментальных средств визуального моделирования в технических и экономических системах. Авторы предлагают пакет прикладных программ, позволяющий легко вычислить меру риска для портфеля любого достаточно большого объема с неизменной структурой (соотношением объемов субпортфелей). Учитывая особую значимость меры риска в современном риск-менеджменте, можно говорить о существенной практической значимости полученного результата.

В докладе «**Разработка имитационной модели однокомпонентной системы массового обслуживания с ограниченным временем пребывания в очереди**» А.Ю. Холодова, представляющего Астраханский инженерно-строительный институт, рассматривается система массового обслуживания (СМО) с ожиданием в очереди, причем вводится условие на временное ограничение пребывания заявки в очереди. Разработка имитационной модели СМО имеет важное прикладное значение, в частности, при рассмотрении бизнес-процессов поставок, хранения и реализации скоропортящихся продуктов различных видов, имеющих свой срок хранения. Для разработки имитационных моделей автор использовал подход, основанный на использовании динамических структур (коллекций) и событий с циклическим режимом функционирования. Данную методику автор рекомендует также для разработки имитационных моделей СМО с приоритетами прохождения заявками очередей.

## Секция 2. Средства автоматизации и визуализации имитационного моделирования

В данной секции вопросы применения имитационного моделирования для решения эконо-

мических задач рассматривались, в основном, в подсекции «**Методики и программные средства обучения имитационному моделированию**». В частности, в докладе В.Е. Пятецкого и А.Г. Михеева (НИТУ «МИСиС», Москва), А.Л. Генкина (НИТУ «МИСиС», Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва) представлен опыт обучения студентов магистратуры НИТУ «МИСиС» процессному моделированию деятельности предприятия. При этом деятельность предприятия рассматривается как совокупность выполняющихся в компьютерной среде бизнес-процессов. Обучение предусматривает теоретическую и практическую части. Работы практической части выполняются студентами в компоненте «Симулятор» свободного программного обеспечения с открытым исходным кодом. Для исключения зависимости модели от организационной структуры предприятия при инициализации ролей используются бинарные отношения над множествами исполнителей заданий. Для разработки и исполнения бизнес-процессов при обучении используется свободный программный продукт с открытым исходным кодом *RunaWFE*.

В своем докладе «**Опыт преподавания имитационного моделирования в экономическом ВУЗе**» О.И. Еськова (Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации, Белоруссия, Гомель) рассмотрела особенности преподавания дисциплины «Имитационное моделирование экономических процессов» в БТЭУПК начиная с 2007 г. Эта дисциплина входит в учебный план для специальностей «Управление информационными ресурсами» и «Экономическая информатика». Лекционный материал включает почти весь спектр вопросов, касающихся разработки и эксплуатации имитационных моделей (основные понятия моделирования, разработка моделей на языке *GPSS*, организация имитационных экспериментов и др.). Практическая часть курса ориентирована на систему моделирования *GPSS World*. Кроме того, часть тем курсовых работ по смежному курсу «Экономико-математические методы и модели принятия решений» предполагают имитационный метод исследования. В процессе выполнения практических заданий студенты получают представление о принципах разработки и эксплуатации имитационных моделей в системе *GPSS World*. При этом от них не требуется ни глубокого знания математики, ни продвинутых способностей к программированию.

Представляет также интерес доклад из этой же секции «**Имитационное моделирование бизнес-процессов с использованием веб-приложения *IBPSimulator***», в котором авторы А.Н. Балухто и С.А. Балухто (ООО «НПЦ «Интелком», Юбилейный, Московская обл.) рассмотрели одно из перспективных направлений развития технологий и средств имитационного моделирования бизнес-процессов, основанное на использовании возможностей современных интернет технологий. Программный комплекс *IBPSimulator* фактически можно рассматри-

вать как средство имитационного моделирования дискретных динамических систем, порождающих бизнес-процессы. Основной целью такого моделирования является оценка числовых характеристик операционных свойств, определяющих эффективность бизнес-процесса в целом или его составных частей, и выбора на этой основе наиболее рационального варианта бизнес-процесса или стратегии управления им. Для создания графического представления моделей бизнес-процессов используется небольшая, но весьма эффективный набор типовых элементов. Программный комплекс реализован в виде веб-приложения, которое может предоставляться пользователям в виде «облачной» услуги. Практическое применение программного комплекса *IBPSimulator* позволит широкому кругу пользователей оперативно, с высокой степенью автоматизации, создавать имитационные модели бизнес-процессов различного уровня сложности, и на этой основе осуществлять решение различных практических задач, связанных с реинжинирингом бизнес-процессов. Дальнейшее развитие программного комплекса связано с реализацией возможности создания иерархических моделей бизнес-процессов.

### Секция 3. Практическое применение имитационного и комплексного моделирования и средств автоматизации моделирования

Как следует из названия, доклады, представленные в этой секции, посвящены практическому аспекту использования методов имитационного моделирования. Естественно, в рамках этой секции обсуждается наибольшая часть докладов конференции, в том числе, связанных с решением экономических задач.

В докладе сотрудников УрФУ (Екатеринбург) К.А. Аксенова, А.Л. Неволиной и О.П. Аксеновой «**Разработка системы планирования для сети автозаправочных станций на основе среды *BPSim***» рассмотрен пример применения мультиагентной системы для планирования работы гибкой производственной системы. Мультиагентное планирование является результатом гибридизации распределенных вычислений, дискретно-событийного моделирования и экспертных систем. В докладе приведены результаты исследования двух подходов мультиагентного планирования, которые достаточно хорошо ориентированы на решение задач логистики. Система принятия решений *BPSim*, используемая в задачах управления и отделах планирования, реализует функции прогнозирования объема продаж на будущий день, поиска эффективного плана развоза топлива, планирования рейсов для каждого бензовоза.

Сотрудники УрФУ (Екатеринбург) К.А. Аксенов, К. Ван и О.П. Аксенова в своем докладе «**Разработка и применение метода анализа узких мест на основе мультиагентного имитационного моделирования**» представили использование системы принятия решений *BPSim* для решения задач, возникающих при планировании портфеля проектов строительного

холдинга. Задача планирования строительных работ и ее программная реализация решены с использованием гибридного подхода в результате применения мультиагентного имитационного моделирования, метода критического пути и операционного анализа вероятностных сетей. Реинжиниринг мультиагентной модели строительного холдинга позволил уменьшить среднее время ожидания в узлах, что способствовало уменьшению сроков выполнения строительства и повышению загрузки средств.

Авторский коллектив из Казани А.А. Галиахметов (Исполнительная дирекция Универсиады 2013), Т.В. Девятков, Ф.В. Исаев и В.В. Девятков (ООО «Эллина-Компьютер»), М.М. Назмеев (АН Республики Татарстан) в своем докладе «**Имитационные исследования транспортной логистики Универсиады 2013 в Казани**» рассмотрели вопросы построения имитационного приложения для проведения прогнозного анализа поведения и поиска «узких мест» транспортной логистики объектов Универсиады. Представлена технология и алгоритмы транспортного обслуживания клиентских групп. Оценив эффективность логистической структуры объектов, были предоставлены рекомендации по управлению движением и список особо загруженных участков дорог, на которых необходимо было вести постоянный мониторинг и контроль над потоками транспорта Универсиады. Использованный подход был рекомендован для анализа транспортной логистики зимней олимпиады 2014 г. в Сочи.

Авторы доклада «**Имитационное моделирование горно-обогачительного производства**» В.Ю. Горошков (ЗАО ИНТМА-Автоматика, Москва), В.В. Девятков, Е.А. Нифантьев и М.В. Федотов (ООО «Элина-Компьютер, Казань») представили описание имитационного приложения для моделирования технологического процесса обогащения хромовых руд. В качестве моделирующего ядра выбран язык *GPSSWorld*. Основные задачи, решенные с использованием приложения: оценка влияния на плановые производственные показатели сроков, объемов и качества добываемого предприятием сырья; анализ загрузки производственных мощностей; проверка возможности выполнения производственной программы при заданных условиях работы комбината; определение «узких мест»; определение максимально возможного уровня выпуска продукции при существующей системе управления и технического оснащения. По окончании моделирования, имитационное приложение отображает в форме таблиц и графиков результаты выполнения производственной программы предприятия.

Доклад К.А. Аксенова, А.С. Антоновой и М.В. Киселевой (все – из УрФУ, Екатеринбург) «**Моделирование процесса выпуска металлургической продукции в системах *AnyLogic* и *BPSim.MAS***» продемонстрировал процессный подход, согласно которому деятельность предприятия представляет собой структурированную сеть процессов, поглощающих ресурсы и создающих продукцию. Рассматриваются имитационные модели

выпуска металлургической продукции, выполненные в различных средах моделирования. При этом дискретно-событийная модель с элементами массового обслуживания реализована в системе *AnyLogic*, а дискретно-событийная модель, интегрированная с объектами системы массового обслуживания, агентным и ситуационным моделированием, реализована в системе *BPSim.MAS*. Проведено сравнение выходных параметров построенных моделей, которое показало, что моделирование поведения системы в течение заданного промежутка времени в *AnyLogic* требует в 9 раз меньше временных затрат по сравнению с применением *BPSim.MAS*.

Авторы И.В. Макарова, Р.Г. Хабибуллин, Э.И. Беляев и А.Г. Димеев из Набережночелнинского института КФУ (Набережные Челны) представили доклад «**Применение технологии имитационного моделирования в исследовании сборочного процесса автомобилестроительного предприятия**», в котором показали возможность использования моделирования как для оптимизации параметров сборочных линий и цехов, так и для анализа возможности замены старого оборудования, а также роботизации линии. В качестве инструмента для имитационного моделирования использовался программный продукт *Tecnomatix Plant Simulation* – инструмент для имитационного моделирования широкого класса систем и процессов, разработанный в Германии как инженерный инструмент для применения в производстве. В докладе показано, что практическое применение модели позволяет сократить инвестиции в оборудование и производственную инфраструктуру, повысить предсказуемость поведения системы при изменяющихся внешних воздействиях, а также достичь существенного улучшения производственных показателей за счет подбора оптимальных параметров производственной системы. Авторы пла-

нируют дальнейшее совершенствование модели и перенос ее на типовые производственные операции.

В докладе сотрудников Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (Москва) Н.И. Аристовой и В.М. Чадеева «**Имитационное моделирование техобслуживания механических роботов на предприятиях дискретного типа с обратной связью по готовой продукции**» рассмотрено влияние введения техобслуживания, увеличивающего ресурс робота, на работу самовоспроизводящейся системы роботов. Разработана система имитационного моделирования, принципиальным элементом которой является учет брака при выполнении технологических операций. Анализ результатов моделирования показал, что само по себе введение технического обслуживания не гарантирует снижение стоимости единицы рабочего времени робота, однако имитационное моделирование является инструментом для расчета оптимального распределения работ между роботами и людьми по видам технологических операций.

Анализ представленных на конференции докладов подтвердил актуальность использования систем имитационного моделирования для решения теоретических и практических задач в различных областях экономики. Очевидна также тенденция разработки и использования специальных программных средств для обучения имитационному моделированию студентов не только технических, но и экономических специальностей. В связи с этим, завершая работу конференции ИММОД-2013, заместитель председателя программного комитета Б.М. Соколов (СПИРАН, Санкт-Петербург) предложил провести через Госдуму РФ решение о независимой экспертизе, основанной на имитационном моделировании, крупных государственных проектов. Также было принято решение о проведении следующей конференции в 2015 году в Москве.

*Ekonomika v promyshlennosti=Economy in the industry*  
2014, no. 2 (22) – April – June, pp. 109–114  
ISSN 2072-1633

**Stimulation modeling for solving economic tasks in industry: theory and praxis**

*Pyatetskii V.E.* – NUST «MISIS», 119049, Moscow, Russia.

*Mikheev A.G.* – NUST «MISIS», 119049, Moscow, Russia.  
E-mail: andrmikheev@gmail.com.

*Genkin A.L.* – NUST «MISIS», 119049, Moscow, Russia.  
Institute of Control Sciences, Russian Academy of Sciences  
behalf. V.A. Trapeznikova, 117997, Moscow, Russia.

**Abstract.** In October 2013 the 6 All-Russian practical conference “Stimulation modeling : theory and praxis” dedicated to the issue: “Stimulation modeling, its application in science and industry” has been held in Kazan. The conference has been hosted by the Academy of Sciences, Tatarstan republic (Kazan), ООО “Elina-

Computer” (Kazan), nonprofit partnership “National society of imitation modeling” (St. Petersburg) und was supported by the Tatarstan Republic Government, the Section of nanotechnologies and information technologies, the Russian Academy of Sciences (SNIT RAS, Moscow), the Institute of Informatics and Automation, the Russian Academy of Sciences (St. Petersburg), OAO “The Centre for shipbuilding and shiprepair” (St. Petersburg), the Anylogic Company (St. Petersburg), OAP ICL KPO VS (Kazan). A.M. Mazgarov, the Tatarstan Republic Academy of Sciences President (Kazan), Tatarstan Republic AS academician, R.P. Yusupov, SPIRAN director (St. Petersburg) RAS corresponding member, President of the National Society for imitation modeling appeared as co-chairmen. The conference reports were dedicated to the problems of theory development

and theory generalization, of imitation modeling and technology. The experience has been exchanged, the results of scientific investigations and practical application of imitation modeling in industry, logistics and other economy fields discussed. The conference participants got acquainted with the newest automation and imitation modeling visualization means, discussed the scientific investigations and practical application of imitation modeling experience popularization. The conference program included 142 reports and demonstrations of industry models. Specialists from Russia, Ukraine, Byelorussia, Latvia, Germany and China representing more than 100 organizations from 41 cities participated at the conference. The article

presents reviews of reports reflexing specific theoretical and practical aspects in the field of imitation modeling and business processes management.

**Keywords:** conference, imitation modeling, theory, methodology, automation, industry models, management, business-process.

**Information about authors:** *Pyatetskii V.E.* – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of cathedra. *Mikheev A.G.* – Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor. *Genkin A.L.* – Doctor of Technical Sciences, Professor. Leading Researcher.

УДК 338.45

## Состояние и тенденции развития золотопромышленности в мире и России

© 2014 г. К.Н. Зуев\*

Показаны крупнейшие запасы золота по странам мира. Приведены крупнейшие мировые рынки золота. Кратко описана история развития и формирования цены на золото с середины Нового времени по настоящее время. Проанализированы колебания мирового спроса и предложения на золото за последние 17 лет. Выполнен анализ влияния соотношения спроса и предложения на цену золота. Сделан вывод о том, что напрямую, в полной мере ничто и никто не может влиять на цену золота, в том числе и золотодобывающие компании (она складывается как результат действия множества факторов). Произведен анализ добычи золота в мире и в России за последние годы. Определены страны-лидеры в мировой добыче золота и место среди них России. Определены лидеры в мировой добыче золота среди золотодобывающих компаний и место среди них Российской компании PolyusGoldInt. Построена схема мирового оборота золота за 2013 год. Выделены две группы по основным направлениям использования золота, на которые можно разделить страны-потребители. Определены лидеры по золотодобыче среди регионов России.

**Ключевые слова:** золото, запасы, добыча, цена, спрос; предложение, оборот золота, золотодобывающие компании и регионы.

Общий объем мировой добычи золота за весь период промышленного освоения золоторудных месторождений составил 140 тыс. т золота.

Разведанные мировые запасы золота оцениваются примерно в 100 тыс. т. При сложившемся объеме добычи в 2013 г. (2982 т) запасы золота могут быть исчерпаны через 34 года.

Официальные мировые запасы золота (золотые резервы) по странам мира на конец 2013 г. отражены в **табл. 1** [1].

Из данных, представленных в табл. 1, следует, что наибольшие запасы золота имеют США (8133,5 т), на втором месте – Германия (3387,1 т), на третьем – международный валютный фонд (2814 т). Италия, Франция, Китай и Швейцария находятся, соответственно, на четвертом–седьмом местах. Россия находится на восьмом месте с величиной запасов 1035,2 т.

На объем золотодобычи влияет рыночная цена на золото. В мире на современном этапе функционирует более 50 рынков золота.

\* Инженер отдела технико-экономического обоснования. ЗАО «Золотопроект» аспирант института экономики и организации промышленного производства СО РАН, 630090, г. Новосибирск, Россия.