

УДК 681.513.6

Я.М. Антонюк, Т.Н. Прус

## Технологические аспекты подготовки учебного контента для поддержки массового непрерывного обучения

Изложены принципы использования в системе непрерывного образования мультимедийных технологий на примере технологий виртуальной реальности. Выполнена базовая разработка методики создания объектов виртуальной реальности, схема и базовое описание соответствующих лабораторий. Показаны примеры использования объектов виртуальной реальности в структуре учреждений НАН и МОН Украины.

**Ключевые слова:** непрерывное образование, учебный контент, мультимедиа наполнение, виртуальная реальность, VR-лаборатория.

Подано принципи використання в системі безперервної освіти мультимедійних технологій на прикладі віртуальної реальності. Виконано базову розробку методики створення об'єктів віртуальної реальності, схема та базовий опис відповідних лабораторій. Показано приклади використання об'єктів віртуальної реальності в структурі установ НАН і МОН України.

**Ключові слова:** безперервна освіта, навчальний контент, мультимедіа наповнення, віртуальна реальність, VR-лабораторія.

**Введение.** Современное обучение основано на парадигме массового непрерывного обучения, требующей интеграции перспективных информационно-коммуникационных технологий и классических программно-аппаратных решений для создания десктопных приложений. В потоке вновь сформировавшихся аппаратных, программных и методических средств возникают такие, которые могут быть полезны для производства традиционного учебного контента. Рассмотрим проблемы подготовки подобных инкрементальных решений. Отметим, что учебный контент – собирательное понятие, состоящее не только из проблемы подготовки качественных учебных текстов, но и значительного количества других учебных приложений: учебного мультимедиа, технологии виртуальной реальности учебного назначения и др. Остановимся на проблемах создания объектов виртуальной реальности (VR).

### Постановка задачи

Технологии непрерывного образования в Украине находятся в условиях очевидной возможности применения VR-объектов в любых формах учебного контента обучающего процесса без указания спецификации предметной области.

Цель статьи – разработка универсальной методики использования объектов VR в учреждениях Министерства образования и науки Украины.

### Подготовка VR-методиик

Состояние сферы непрерывного образования в государственном секторе на всех уровнях аккредитации сегодня актуально. Принятие проекта «Закона об образовании» формирует актуальные принципы образовательной политики и готовит обучаемых для адекватного восприятия предметов в сознании, необходимого для приобретения практических навыков, реализуемых в современном мире, в условиях развивающейся экономики страны. Кроме социальной подоплеки, очевидна необходимость заполнения существующей ниши с учетом ИТ-прогресса, что обусловит процесс развития методической и технологической базы.

*Виртуальная реальность* – искусственная реальность – созданный техническими средствами мир (объекты и субъекты), передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и др. Виртуальная реальность имитирует как воздействие, так и реакции на него. Для создания убедительного комплек-

са ощущений реальности компьютерный синтез свойств и реакций происходит в реальном времени [1].

Первая техническая реализация устройства, которое, по плану разработчика Айвена Сазерленда должно было бы погружать людей в вымышленный мир, увидела свет в 1968 г. В силу огромных размеров и побочных эффектов его назвали «Дамокловым мечом», и на этом идея себя исчерпала [2].

Текущий момент характеризуется ростом информации, которую необходимо обрабатывать для поддержания прогресса в развитии современной науки. Объем данных растет быстрее, чем производительность компьютеров, которая, по закону Мура, удваивается каждые полтора года. Объем данных, в научных исследованиях, также увеличивается по экспоненциальному закону. Важнейшей вехой на пути преодоления кризиса данных стал отчет Национального научного фонда США «Визуализация в научных вычислениях» (1987 г.), подчеркнувший важность интерактивной визуализации больших массивов данных. Работы в данном направлении не потеряли актуальности и в настоящее время.

Виртуальная реальность – идеальная интерактивная обучающая среда для широкого спектра направлений и способов обучения, например для практических занятий при подготовке некоторых специальностей, связанных с эксплуатацией объектов, требующих детализации, пространственной ориентации. Восприятие виртуальной модели с высокой степенью достоверности позволяет качественно и быстро готовить специалистов в различных областях: машиностроении, авиации, управлении технологическими процессами, медицине, дистанционном управлении техническими средствами, картографии, астрономии и др. Здесь следует уделять особое внимание качеству системы визуализации, так как имитируемая среда должна быть абсолютно достоверной.

Обучение с использованием виртуальной реальности, позволяет значительно увеличить степень наглядности, мотивации, вовлеченности обучаемого в учебный процесс, успешно

дополнять методики проведения лекций и семинаров, проводить тренинги, показывать обучающимся все аспекты реального объекта или процесса, что, в целом дает значительный эффект, улучшает качество и скорость проведения учебных процессов. Следует учитывать, что данный подход является значительно более дорогостоящим, в сравнении с использованием более простых средств мультимедиа.

Технологии виртуальной реальности позволяют в полной мере использовать то, что человек получает 80 процентов информации из окружающего мира с помощью зрения, при этом люди запоминают 20 процентов того, что они видят, 40 процентов – что они видят и слышат, и 70 процентов того, что они видят, слышат и делают.

В целом, возможности технологий виртуальной реальности для обучения и исследований имеют чрезвычайно высокий потенциал применения [3].

Выделим следующие аспекты, дающие преимущество образовательным методикам, при использовании VR-объектов:

- **Наглядность.** Виртуальная реальность позволяет не только узнать о явлении, но оказаться в его эпицентре, получив доступ к любой возможной степени детализации. Например, благодаря 3D-графике можно представить химические процессы на уровне атомов – оказаться внутри самого атома и увидеть деление ядра перед ядерным взрывом.

- **Безопасность.** Показать операцию на сердце, провести испытания ракетного двигателя и усовершенствовать технику безопасности при пожаре, погрузившись в реальные обстоятельства, возможно без последствий и угроз для жизни, оборудования.

- **Вовлечение.** Использование VR-объектов предоставляет возможность погружения обучаемого в предметную область в качестве активного участника рассматриваемого события: показать временной период глазами исторического персонажа, человеческий организм – глазами врача, решать навигационные, исследовательские задачи, наблюдать за поведением объекта, менять сценарии событий, влиять на

ход эксперимента или решать математическую задачу в игровой и доступной для понимания форме.

• **Фокусировка.** Погружение в виртуальную реальность окружает обучаемого виртуальным пространством на 360°, что позволяет сосредоточиться на материале и не отвлекаться на внешние раздражители.

• **Ощущение присутствия** и возможность все видеть от первого лица позволяет проводить уроки полностью в виртуальной реальности [4].

### Этапы организации VR-технологий

Анализируя опыт источников, приведенных далее, а также практический опыт рабочей группы на базе Международного научно-учебного центра информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, приведем *базовый алгоритм формирования VR-объектов*. Процесс может быть представлен такой последовательностью:

#### • **Формирование сценария VR-сеанса:**

– *определение* необходимости использования VR-объектов в предметной области. На этом этапе принимается решение об их использовании в конкретной учебной программе. Соизмеряется целесообразность затратной части по созданию и интеграции VR-объекта в существующую программу, методику, проект;

– *составление* первичного сценария VR-сеанса. Здесь определяют глобальные задачи и составляются акценты в существующих методиках, учебных планах, исследовательских проектах;

– *выделение* VR-объекта. На этом этапе конкретизируются объекты VR, непосредственные предметы изучения учебной программы, основные и вспомогательные VR-объекты, фоновые решения, объекты требующие и не нуждающиеся в 3D-представлении и анимации;

– *определение* статичных и динамичных частей объекта, возможности интерактивности и взаимодействия с ним;

– *утверждение* VR-сценария на основании анализа первичного его варианта, планируемой активности VR-объекта и корректировок соответствующей методики, учебного плана, исследовательского проекта.

• **Создание 3D-модели VR-объекта** может быть реализовано так:

– использование открыто доступных или платных библиотек, банков 3D-моделей. Примеры – открытые хранилища ресурсов (*asset-stores*) *Unity* и *Unreal*;

– самостоятельное изготовление 3D-модели в специальных программах *Autodesk's Entertainment Creation Suite*, *Pixologic ZBrush*, *Blender*. Стоит обратить внимание на актуальность методик распознавания, представленных для моделирования образов – 2D- или 3D-снимков объектов, чертежей, собственно объектов и принципов образного мышления, присущих как объекту обучения, так и обучаемому [5].

#### • **Погружение 3D-модели в пространство игрового двигателя**

Самые распространенные двигатели – *Unreal Engine 4 (UE4)* и *Unity*. Оба надежны и широко используются. *UE4* считается более оптимизированным, дает достоверную картинку, но сложнее в использовании. *Unity* создавался для коммерческих игр, но при этом остается более интуитивно понятным и эффективным для начинающих разработчиков. Оба двигателя позволяют управлять 3D-окружением, импортировать собственный контент (3D-модели, изображения, звук, видео), и программировать интерактивность и геймплей.

#### • **Возможность взаимодействия или программирования интерактивности**

Интерактивность происходит в игровых двигателях. В *Unreal Engine 4* используется схематическая скриптовая система *Blueprint Visual Scripting* в *Unreal*, также используется *C++*, а в *Unity* – *C#*.

Работа со звуковыми эффектами в VR не отличается от работы над музыкой и эффектами в кино и традиционных играх. Многоканальная акустическая система позволяет осуществлять локализацию источника звука, что позволяет пользователю ориентироваться в виртуальном мире с помощью слуха [6].

Сформированный VR-объект, погруженный в сценарий, готов для применения в соответствующей методике, плане, проекте и общей стратегии реализации.

Различают следующие *основные типы устройств, обеспечивающих формирование и вывод изображения в VR-системах:*

### **1. Шлем / очки виртуальной реальности (HMD – display)**

Современные шлемы виртуальной реальности представляют собой скорее очки, нежели шлем, и содержат один или несколько дисплеев, на которые выводятся изображения для левого и правого глаза, систему линз для корректировки геометрии изображения, а также систему трекинга, отслеживающую ориентацию устройства в пространстве. Как правило, системы трекинга для шлемов виртуальной реальности разрабатываются на основе дополнительных устройств: гироскопов, акселерометров, магнитометров. Для систем этого типа свойствен широкий угол обзора, точность работы системы трекинга при отслеживании наклонов и поворотов головы пользователя, а также минимальная задержка между детектированием изменения положения головы в пространстве и выводом на дисплеи соответствующего изображения.

### **2. MotionParallax3D-дисплей**

К устройствам этого типа относится множество различных устройств: от некоторых смартфонов до комнат виртуальной реальности (CAVE). Системы данного типа формируют у пользователя иллюзию объемного объекта путем вывода на один или несколько дисплеев специально сформированных проекций виртуальных объектов, сгенерированных исходя из информации о положении глаз пользователя, при изменении которого относительно дисплеев, изображение на них соответственно меняется. Все системы данного типа используют зрительный механизм восприятия объемного изображения параллакс движения (*Motion Parallax*). Системы также обеспечивают вывод стереоизображения с помощью стереодисплеев с применением устройства стереоскопического зрения. Системы трекинга для *MotionParallax 3D-дисплеев* отслеживают координаты глаз в пространстве. Для этого используются различные технологии: оптическая (определение координат глаз на изображении с камеры, отсле-

живание активных или пассивных маркеров), существенно реже – ультразвуковая и (п.1), системы трекинга, которые могут включать в себя дополнительные устройства. Для систем данного типа существенна точность отслеживания положения пользователя в пространстве, а также минимальная задержка между детектированием изменения положения головы в пространстве и выводом на дисплеи соответствующего изображения. Системы данного класса могут выполняться в различных формфакторах: от виртуальных комнат с полным погружением до экранов виртуальной реальности размером от трех дюймов.

### **3. Виртуальный ретинальный монитор**

Устройства данного типа формируют изображение непосредственно на сетчатке глаза. В результате пользователь видит изображение, *висящее* в воздухе перед ним. Устройства данного типа ближе к системам дополненной реальности, поскольку изображения виртуальных объектов, которые видит пользователь, накладываются на изображения объектов реального мира. Тем не менее, при определенных условиях (темная комната, широкое покрытие сетчатки изображением в сочетании с системой трекинга), устройства данного типа можно использовать для погружения пользователя в виртуальную реальность.

На данный момент самые совершенные системы виртуальной реальности – проекционные системы, выполненные в компоновке *CAVE*, которая представляет собой комнату, где на все стены проецируется *3D-стереоизображение*. Положение пользователя, повороты его головы отслеживаются трекинговыми системами, что позволяет добиться максимального эффекта погружения. Данные системы активно используются в маркетинговых, военных, научных и других целях.

### **4. Перчатки виртуальной реальности**

Перчатки позволяют ощутить тактильный отклик при взаимодействии с объектами виртуальной реальности, и прошли успешные испытания на виртуальных имитаторах игр, пианино с виртуальной клавиатурой и др. Тактильная система состоит из трех основных компонентов:

- сенсор *Leap Motion* (его функция – определение положения и движения рук пользователя);

- мышцы *Mckibben* – латексные полости с плетеным материалом, которые откликаются на движения, создаваемые перемещением пальцев пользователя;

- распределительный щит, задача которого состоит в управлении мышцами, создающими тактильные ощущения [7].

Таким образом, для организации полного цикла взаимодействия с VR-объектами – от планирования, создания до интерактивного использования необходимо создание программно-технического комплекса – VR-лаборатории.

Рынок современных устройств и технологий позволяет организовывать VR-лаборатории разного бюджетного уровня и, соответственно, возможностей для экспертов разного профиля – исследователей, инженеров, преподавателей и студентов. Компонентный состав такой лаборатории (рисунок) состоит из:

1. системы формирования VR-объекта;
2. системы визуализации VR-объекта;
3. вычислительного ядра, снабженного файловым хранилищем.

В непрерывном учебном процессе возможность использования VR-объекта может быть организована в методический цикл, например: во время уроков информатики в процессе ознакомления с программными средствами, которые понадобятся для эксплуатации комплекса, при этом необходимые учебные материалы и концепты рисунков могут быть разработаны на уроках литературы, математики и биологии; на специальных занятиях можно создавать 3D-картинки, применив программные средства

3D-графики; все полученные материалы собираются воедино в конкретной среде для получения уникального трехмерного образовательного ресурса.

При проектировании VR-лаборатории следует учитывать, что аппаратно-программный комплекс может быть установлен как в одном из кабинетов учебного заведения, где будет проводиться обучение, так и быть распределенным в кампусной или корпоративной сети, работающей в конкретной предметной области. Таким образом, основные категории специалистов, использующие VR-объекты – авторы, инженерная команда и студенты могут физически быть распределенными в интернет. Подобные экспериментальные лаборатории активно используются в мировой практике во многих учебных заведениях передовых академических учреждений и производственных объединений [9, 10]. Формируется и уже существует статистика, позволяющая упростить внедрение VR-объектов на украинских платформах.

Преимущества в данной области имеют некоторый баланс, выявленный следующими *проблемами использования в образовании VR-объекта*:

- **Объем.** Как правило, практически любая дисциплина требует больших ресурсов для создания контента на каждую тему урока – в виде полного курса или десятков и сотен небольших приложений. Компании, которые будут создавать такие материалы, должны быть готовы заниматься разработкой довольно продолжительное время без возможности ее окупить до выхода полноценных наборов уроков.

- **Стоимость.** При дистанционном обучении нагрузка по покупке устройства виртуальной реальности ложится на пользователя. Но образовательным учреждениям понадобится закупать комплекты оборудования для классов, в которых будут проходить занятия, что также требует существенных инвестиций.

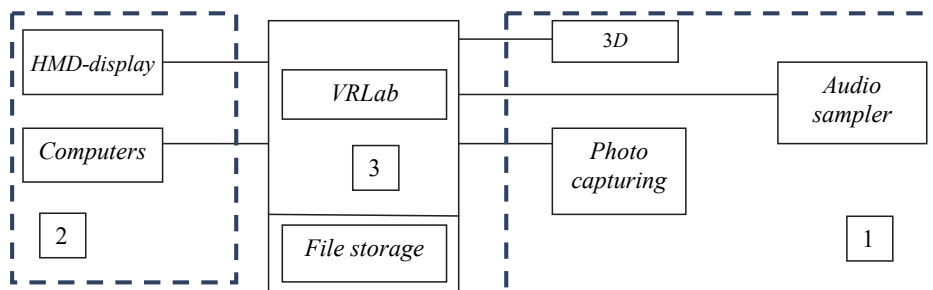


Рис. 1

• **Функциональность.** Виртуальная реальность, как и любая технология, требует использования своего специфического языка. Важно найти верные инструменты для того, чтобы сделать контент наглядным и вовлекающим. К сожалению, многие попытки создания обучающих VR-приложений не используют все возможности виртуальной реальности и, как следствие, не выполняют своей функции.

Наличие ряда ограничений и проблем использования VR-технологий существует до тех пор, пока технологии и устройства не получат необходимого усовершенствования.

Возвращаясь к традиционным мультимедийным приложениям, используемым в учебном контенте, отметим их экономичность с учетом специального оборудования для организации VR-лабораторий. Таким образом, следует понимать, что шаги развития технологий виртуальной реальности будут способствовать удешевлению процесса и соответственно более активной интеграции во все отрасли экономики и, в частности образования [9, 10].

**Заключение.** Использование VR-объектов особенно востребовано в настоящий период преобразований, происходящих в структуре учреждений НАН и МОН Украины. В связи с экономическими обстоятельствами возможен выбор состава необходимого оборудования и стандартов в соответствии с объемом решаемых учреждением задач. Очевидны перспективы развития данного направления, что отмечает важность изучения методик и технологий построения VR-объектов и их интеграции в существующие образовательные и академиче-

ские структуры. Можно утверждать, что VR-технологии займут одну из ключевых позиций в разработке учебного контента.

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальная\\_реальность](https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальная_реальность)
2. Myron W. Krueger. Artificial Reality (1983), Artificial Reality II (1991). – 304 с.
3. Говорунов А.В. Человек в ситуации виртуальной реальности. – <http://anthropology.ru/ru/text/govorunov-av/chelovek-v-situacii-virtualnoy-realnosti>
4. Кириллов Д. Виртуальная реальность в образовании: Форматы. – <http://www.edutainme.ru/post/vr-formats/>
5. Гриценко В.И., Шлезингер М.И. Формальные модели, задачи и алгоритмы образного мышления / Матеріали 18-ї міжнар. конф. – Львів 28–30 верес. 2011. – С. 110–113.
6. Очкова. Е. 9 сфер применения виртуальной реальности: размеры рынка и перспективы. – <https://vc.ru/p/vr-use>
7. Розенсон И.А. Основы теории дизайна. – СПб: Питер, 2006. – С. 153–156. (Учебник, Происхождение понятия «виртуальная реальность», 224 с.).
8. Проект Закона об образовании: принципы образовательной политики [http://www.kmu.gov.ua/control/ru/publish/article?art\\_id=248621505&cat\\_id=246935189](http://www.kmu.gov.ua/control/ru/publish/article?art_id=248621505&cat_id=246935189)
9. Манако А.Ф. Стратегічні питання впровадження ІКТ у навчальний процес // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2014. – № 5. – С. 3–10.
10. Гриценко В.И., Манако А.Ф., Синуца Е.М. Непрерывное образование и инновационные электронные научно-образовательные пространства / Новые информационные технологии в образовании для всех: непрерывное обучение – К.: Академперіодика, 2013. – С. 121–205.

Поступила 12.08.2017

Тел. для справок: +38 044 502-6357 (Киев)

E-mail: [ant@irtc.org.ua](mailto:ant@irtc.org.ua), [prus@irtc.org.ua](mailto:prus@irtc.org.ua)

© Я.М. Антонюк, Т.Н. Прус, 2017

UDC

Y.M. Antoniuk<sup>1</sup>, T.N. Prus<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Researcher Associate, International Research and Training Centre of Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Glushkov ave., 40, Kyiv, 03187, Ukraine, [ant@irtc.org.ua](mailto:ant@irtc.org.ua)

<sup>2</sup> Engineer-programmer, International Research and Training Centre of Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Glushkov ave., 40, Kyiv, 03187, Ukraine, [prus@irtc.org.ua](mailto:prus@irtc.org.ua)

## Technological Aspects of Preparing the Training Content for Support Mass Life-Long Learning

**Keywords:** life-long education, educational content, multimedia content, virtual reality, VR-laboratory.

**Introduction.** Modern education is based on the paradigm of mass life-long learning, which requires the integration of promising information and communication technologies and classic hardware-software solutions for the production of the desktop applications. The pace of development of modern technologies is ahead of the opportunity not only to use them, but, sometimes, and to

notice their appearance. In the flow of newest hardware, software and methodologies, there are those that can be useful for the production of traditional educational content. Here we considered the problems of preparing such incremental solutions. Note that the educational content is a collective concept and includes not only the problems of preparing quality textbooks, but also a significant number of other educational applications: educational multimedia, virtual reality technologies for educational purposes, and others. Thus, the current problems of creating the objects of virtual reality (VR) are described.

**Purpose.** The state of the technologies of life-long education in Ukraine is in the conditions of possible using the objects of virtual reality in any forms of education of the learning process without specifying the requirement of the subject area. The task of the research is to develop a universal methodology for using BP facilities in the institutions of Ministry of Education and Science of Ukraine.

**Methods.** The principle method of creating VR objects and a basic description of VR-laboratories are shown.

**Results.** The urgency of this task underscores the state of this field of the public sector at all levels of accreditation. The adoption of the draft “Law on Education” forms the actual principles of the educational policy and is designed to release the consciousness of the trainees and to prepare them for the adequate perception of the subjects to the depth necessary to acquire the practical skills that are realized in the modern world, in the conditions of the developing economy of the country. In addition to the social cause, the need to fill this niche in terms of IT progress is evident, which will determine the development of the methodological and technological base of any institution of NAS and MES of Ukraine.

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/ A virtual reality](https://ru.wikipedia.org/wiki/A_virtual_reality). (In Russian).
2. Myron W. Krueger, *Artificial Reality, Artificial Reality II*, Addison-Wesley Professional; 2 edition June, 14, 1991. – 304 p. (In Russian).
3. Govorunov A.V. Chelovek v situatsii virtualnoy realnosti. – <http://anthropology.ru/ru/text/govorunov-av/chelovek-v-situacii-virtualnoy-realnosti>. (In Russian).
4. Kirillov D. Virtualnaya realnost v obrazovanii: Formatyi, <http://www.edutainme.ru/post/vr-formats/> (In Russian).
5. Gritsenko V.I., Shlezinger M.I. Formalnyie modeli, zadachi i algoritmyi obraznogo myishleniya, *Avtomatika-2011/AUTOMATICS-2011*, Materiali 18-yi mizhnorodnoyi konferentsiyi z avtomatichnogo upravlinnya (Lviv 28–30 sept. 2011). – P. 110–113. (In Russian).
6. Ochkova E. 9 sfer primeneniya virtualnoy realnosti: razmery ryinka i perspektivy, <https://vc.ru/p/vr-use>
7. Rozenson I. A. Osnovy teorii dizayna.– Piter, 2006.– P.153–156.– 224 p.– (Uchebnik dlya vuzov)., Proishozhdenie ponyatiya «virtualnaya realnost». (In Russian).
8. Proekt Zakona ob obrazovanii: printsipyi obrazovatelnoy politiki. – [http://www.kmu.gov.ua/control/ru/publish/article?art\\_id=248621505&cat\\_id=246935189](http://www.kmu.gov.ua/control/ru/publish/article?art_id=248621505&cat_id=246935189). (In Russian).
9. Manako A.F. Strategichni pitannya vprovadzhennya IKT u navchalniy protses, *Informatika ta Informatsiyi tehnologiyi v navchalnih zakladah*. – 2014. N5. (In Russian).
10. Gritsenko V.I., Manako A.F., Sinitsa E.M. Nepreryivnoe obrazovanie i innovatsionnyie elektronnyie nauchno-obrazovatelnyie prostranstva, V kolektivniy monografiyi «Novyye informatsionnyie tehnologii v obrazovanii dlya vseh: nepreryivnoe obuchenie» [Avtorskiy kolektiv: V.I. Gritsenko ta In.]. – K.: Akadempriodika, 2013. – P. 121–205. (In Russian).



*Окончание статьи Фелелова А.А. и др.*

**Results.** The architecture of the information system for the gene regulatory networks reconstruction, based on the object-oriented approach is proposed. The *S*-system is applied as a computational model. The parameters and structure are calculated using the clonal selection algorithm. The gene expression profiles are used as an input data. The developed system includes four basic components: the data source, the model, the solution converter and the identification method. The scenario of solving gene network reconstruction problem is developed. In addition, an iterative algorithm for the space optimization search of the computational model parameter values is implemented in this scenario.

**Conclusion.** The developed architecture is open, so that allows to add or replace the separate components by expansions. Further researches suggest to expand the range of used models, such as radial-base network model and wavelet-neural network model, as well as the system for the gene expression programming. In the future, we are planning to implement the addition of new evolutionary algorithms to the information system. In such a way, the work of the evolutionary operators by the development of new scenarios for solving the gene regulatory networks reconstruction problems can be improved.

