

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА РАЗВИТИЕ БИОНИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Валентина Валентиновна Баранюк, канд. техн. наук,  
ст. науч. сотр., доц. кафедры,  
e-mail: valentina\_bar@mail.ru,*

*Ольга Сергеевна Смирнова, мл. науч. сотр., ассистент кафедры,  
e-mail: mail.olga.smirnova@yandex.ru,*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технологический университет» (МИРЭА),  
<https://www.mirea.ru>*

**DOI:** 10.21777/2312-5500-2016-5-27-33

*В статье представлены рекомендации по разработке специального программного обеспечения интеллектуальной системы информационной поддержки создания и развития перспективных бионических технологий. Предложена структурная схема системы, представлены технические требования в части функциональных характеристик системы и обоснован выбор языка разработки.*

*Ключевые слова:* интеллектуальная система; система информационной поддержки; экспертная система; база знаний; бионика; бионические технологии; язык программирования Java.

*Исследование выполнено федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский технологический университет» (МИРЭА) за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-11-00854).*

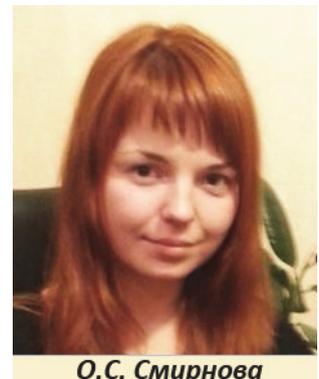
**Введение**

В современную информационную эпоху научно-технический прогресс всецело зависит от количества и качества накопленной и появляющейся информации во всех сферах деятельности. Интенсивный рост объемов различного вида (неоднородных) информационных ресурсов и, как следствие, возрастающие потребности пользователей в оперативной обработке таких ресурсов требуют создания новых информационных систем, ориентированных на предоставление пертинентной информации – информации, характеризующейся степенью близости ожидаемого и полученного результатов.

Кроме того, следует отметить, что в развитии научно-технического прогресса важное место занимает научно-исследовательская деятельность в области бионики, направленная на поиск в живой природе решений различных технических задач. В разных системах хранения в настоящее время сконцентрировано большое количество публикаций в области бионических систем и технологий. Накоплены огромные объемы ценного материала, работа с которым затруднена вследствие его разрозненности, разноформатности, а также отсутствия четкой систематизации, системы указателей и описаний этих информационных ресурсов. Поэтому для предоставления пользователю требуемой информации о биологических прототипах и существующих бионических технологиях, а также для поддержки формирования и оценки идей на ранних стадиях инновационного процесса создания новых био-



**В.В. Баранюк**



**О.С. Смирнова**

нических технологий предлагается перспективная разработка интеллектуальной системы информационной поддержки процессов создания и развития перспективных бионических технологий, основные рекомендации по разработке которой представлены в данной статье. Реализация подобной системы может способствовать развитию научно-технического прогресса за счет интегрированного решения задач информационного обеспечения и развития бионических технологий.

### 1. Предназначение и состав системы

Интеллектуальная система информационной поддержки процессов создания и развития перспективных бионических технологий предназначена для предоставления пользователю требуемой информации о биологических системах, выступающих в качестве прототипов, о существующих бионических технологиях, а также для поддержки формирования и оценки идей на ранних стадиях инновационного процесса создания новых бионических технологий.

Рассматриваемая интеллектуальная система должна обеспечивать:

- пополнение базы знаний новыми информационными ресурсами в сфере бионики за счет мониторинга открытых источников информации, в том числе на английском языке;
- проблемно-ориентированный поиск информационных ресурсов на основе принципа пертинентности, а также с использованием визуализированного тезауруса;
- навигацию по предметной области на основе комплексной классификационной системы бионических информационных ресурсов с многомерными связями и компактным описанием (онтологическая модель);
- возможность формирования идей на основе полученной информации с дальнейшей их проработкой на основе механизмов организации сетевой экспертной деятельности.

В состав системы должны входить:

- интегрированная база знаний;
- интеллектуальный решатель;
- подсистема информационной поддержки;
- подсистема пополнения базы знаний;
- подсистема поддержки процессов генерации и формирования идей.

Рекомендуемый состав интеллектуальной системы информационной поддержки процессов создания и развития перспективных бионических технологий представлен на рис. 1.

### 2. Требования к системе в части функциональных характеристик

#### 2.1. Подсистема информационной поддержки

Подсистема информационной поддержки предназначена для конкретизации информационных потребностей пользователя и реализации проблемно-ориентированного поиска информационных ресурсов.

Подсистема должна обеспечивать возможность:

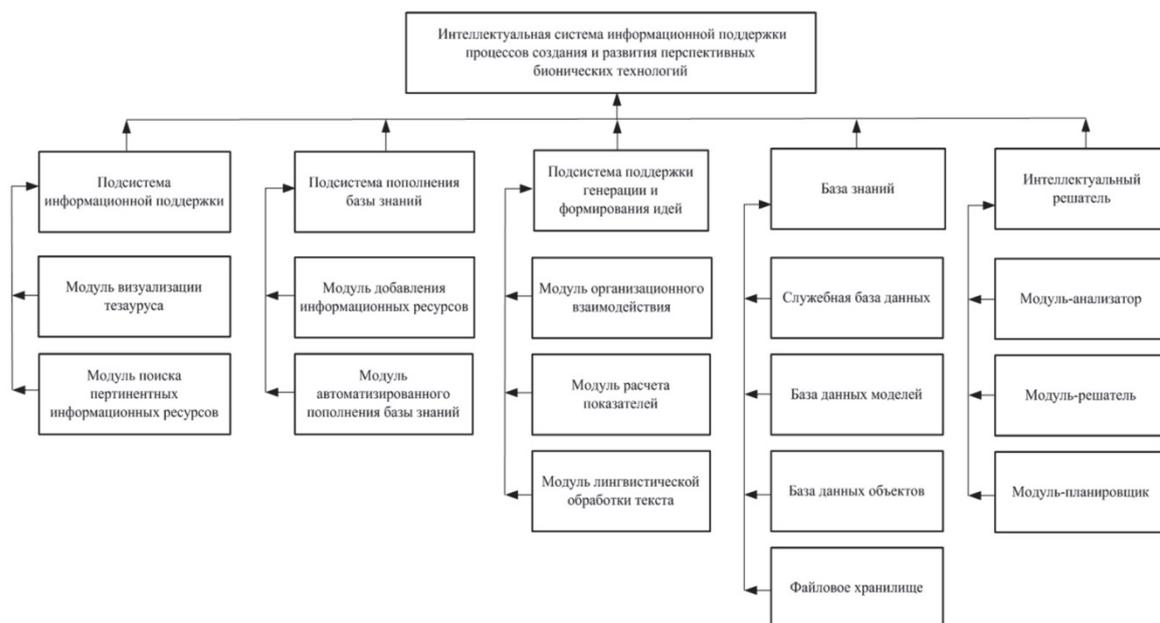
- конкретизации информационной потребности пользователя с помощью визуализации части тезауруса предметной области;
- формирования поисковых запросов с учетом принципа пертинентности;
- использования рубрикатора.

Модуль визуализации тезауруса должен обеспечивать возможность:

- просмотра предметной области;
- поиска по интересующим терминам;
- навигации по тезаурусу с определением информационных ресурсов, соответствующих интересующему термину.

Модуль поиска pertinentных информационных ресурсов должен обеспечивать возможность:

- формирования и реализации поисковых запросов;
- использования рубрикатора.



**Рис. 1. Состав интеллектуальной системы информационной поддержки процессов создания и развития перспективных бионических технологий**

Поисковые запросы должны осуществляться с учетом выявления и формализации знаний об информационных потребностях пользователя за счет:

- механизма «обратной связи», при котором пользователь сообщает об относительной «ценности» по отношению к своим потребностям предоставленных по запросу информационных ресурсов;
- механизма «накопления» знаний, полученных от пользователей по результатам оценки предоставляемых по запросу информационных ресурсов, для дальнейшего использования при поисковой выборке.

При поиске информационных ресурсов по рубрикатору должна использоваться тематическая классификация, при которой устанавливаются отсылки от рубрик классификации к соответствующим информационным ресурсам. Основа классификационной схемы (основание классификации) должна соответствовать основным аспектам бионики:

- биологический аспект бионики, отражающий процессы, происходящие в биологических системах;
- теоретический (модельный) аспект бионики, отражающий математические модели и алгоритмы этих процессов;
- технический (инженерный) аспект бионики, отражающий реализацию данных процессов в технических системах.

### 2.2. Подсистема пополнения базы знаний

Подсистема пополнения базы знаний предназначена для накопления актуальной информации на различных языках о биологических объектах, бионических прототипах и об уже существующих бионических технологиях.

Подсистема пополнения базы знаний должна обеспечивать возможность:

- самостоятельного пополнения базы знаний новыми информационными ресурсами;
- автоматизированного пополнения базы знаний новыми информационными ре-

сурсами из открытых источников.

Модуль добавления информационных ресурсов должен обеспечивать возможность дополнительного описания метаданных и самостоятельного определения ветви рубрикатора с последующей загрузкой информационного ресурса в базу знаний.

Модуль автоматизированного пополнения базы знаний должен обеспечивать возможность:

- мониторинга открытых источников с целью выявления новых информационных ресурсов в указанной предметной области;
- загрузки из открытых источников найденных информационных ресурсов в файловое хранилище;
- автоматической классификации загруженных информационных ресурсов на основе заранее заданной схемы классификации и уже имеющегося множества классифицированных информационных ресурсов;
- дополнения описания метаданных и изменения предложенного варианта классификации информационного ресурса за счет изменения ветви рубрикатора.

### *2.3. Подсистема поддержки процессов генерации и формирования идей*

Подсистема генерации и формирования идей предназначена для реализации сетевой экспертной деятельности с целью анализа информации, генерации идей, прогнозирования, оценки и выбора оптимальных решений при создании новых бионических технологий.

Подсистема генерации и формирования идей должна обеспечить возможность:

- организации условий, способствующих генерации идей;
- построения рейтинга эксперта, основанного на его личностных характеристиках и текущей активности;
- комплексной оценки и ранжирования идей;
- поддержки индивидуальной генерации идей и совместной их доработки;
- отбора близких идей;
- информационной поддержки на этапе оформления идей в инновационный проект.

Подсистема генерации и формирования идей должна включать:

- модуль организационного взаимодействия;
- модуль расчета показателей;
- модуль лингвистической обработки текста.

### *2.4. Интегрированная база знаний*

База знаний системы предназначена для хранения данных, описывающих предметную область, и правил их организации в нескольких моделях представления.

База знаний должна включать:

- служебную базу данных, позволяющую сохранять и использовать информацию о пользователях и их действиях в системе, а также всю необходимую информацию о состоянии системы в целом;
- базу данных моделей, позволяющую сохранять и использовать две модели описания информации: онтологическую модель и модель метаописания информационных ресурсов;
- базу данных объектов, позволяющую сохранять и использовать объекты, известные системе и упорядоченные на основе базы данных моделей;
- файловое хранилище для слабоструктурированной информации, имеющее разделенную по предметным областям и типам объектов внутри каждой предметной области структуру.

### *2.5. Интеллектуальный решатель*

Интеллектуальный решатель предназначен для решения задач в рамках наполнения и ведения базы знаний, пертинентного поиска информационных ресурсов, анализа

и оценки реализации такого поиска, а также для визуализации модельного представления информационных ресурсов.

Интеллектуальный решатель должен включать:

- модуль-анализатор;
- модуль-решатель;
- модуль-планировщик.

### **3. Обоснование выбора языка программирования**

Для создания специального программного обеспечения интеллектуальной системы информационной поддержки создания и развития перспективных бионических технологий необходимо определить основное средство разработки – язык программирования, который должен удовлетворять следующим требованиям:

- независимость от архитектуры;
- кроссплатформенность;
- гибкая система безопасности;
- наличие простых средств создания сетевых приложений;
- унифицированный доступ к базам данных.

В качестве языка, удовлетворяющего всем вышеперечисленным требованиям, для создания системы предлагается использовать объектно-ориентированный язык программирования Java.

Программы на Java транслируются в байт-код, выполняемый виртуальной машиной Java (JVM) – программой, обрабатывающей байтовый код и передающей инструкции оборудованию как интерпретатор, но с тем отличием, что байтовый код, в отличие от текста, обрабатывается значительно быстрее. Достоинством подобного способа выполнения программ является полная независимость байт-кода от операционной системы и оборудования, что позволяет выполнять Java-приложения на любом устройстве, для которого существует соответствующая виртуальная машина [1].

Другой важной особенностью технологии Java является гибкая система безопасности благодаря тому, что исполнение программы полностью контролируется виртуальной машиной. Любые операции, которые превышают установленные полномочия программы (например, попытка несанкционированного доступа к данным или соединения с другим компьютером), вызывают немедленное прерывание.

Исполнение байт-кода виртуальной машиной не снижает производительности программ и алгоритмов, реализованных на языке Java, благодаря:

- применению технологии трансляции байт-кода в машинный код непосредственно во время работы программы (JIT-технология) с возможностью сохранения версий класса в машинном коде;
- широкому использованию платформенно-ориентированного кода (native-код) в стандартных библиотеках;
- использованию аппаратных средств, обеспечивающих ускоренную обработку байт-кода.

Основными возможностями языка являются:

- автоматическое управление памятью;
- расширенные возможности обработки исключительных ситуаций;
- богатый набор средств фильтрации ввода/вывода;
- набор стандартных коллекций, таких как массив, список, стек и т. п.;
- наличие простых средств создания сетевых приложений (в том числе с использованием протокола RMI);
- наличие классов, позволяющих выполнять HTTP-запросы и обрабатывать ответы;
- встроенные в язык средства создания многопоточных приложений;
- поддержка шаблонов (начиная с версии 1.5);
- параллельное выполнение программ;

– унифицированный доступ к базам данных:

а) на уровне отдельных SQL-запросов – на основе JDBC, SQLJ;

б) на уровне концепции объектов, обладающих способностью к хранению в базе данных, – на основе Java Data Objects и Java Persistence API.

Java является эффективным и выразительным языком, в котором представлены все достоинства объектно-ориентированного программирования и библиотек классов. Также Java удовлетворяет предъявленным выше требованиям, именно поэтому этот язык программирования планируется использовать при разработке интеллектуальной системы информационной поддержки процессов создания и развития перспективных бионических технологий.

#### 4. Методические подходы к выполнению работ по созданию системы

Основные методические подходы к выполнению работ по созданию интеллектуальной системы информационной поддержки процессов создания и развития перспективных бионических технологий представлены в работах:

– поиск и работа с информационными ресурсами [2, 3];

– архитектура системы [4–7];

– архитектура базы знаний [8];

– пополнение базы знаний [9];

– подходы к классификации информационных ресурсов [10];

– формирование онтологической модели [11–13];

– формирование и визуализация тезауруса предметной области [14–16];

– автоматизированная классификация информационных ресурсов [17];

– генерация и формирование идей с помощью сетевой экспертной деятельности [2].

Помимо этого, проходят оформление работы, посвященные вопросам функционально-модульной организации интеллектуального решателя задач, основанных на концептуальной модели задачи.

#### Заключение

Представленные в статье рекомендации по структуре системы и требованиям разработки, а также указанные методические подходы позволяют разработать интеллектуальную систему информационной поддержки процессов создания и развития перспективных бионических технологий. В свою очередь, реализация подобной системы может способствовать развитию технологий интегрированного решения задач информационного обеспечения и развития бионических технологий.

#### Литература

1. Java. <http://iwillbeproger.ho.ua/java.html>.

2. Sigov A., Nechaev V., Baranyuk V., Smirnova O., Melikhov A., Koshkarev M., Bogoradnikova A. Bionic-oriented information system for innovation activities // Indian Journal of Science and Technology. 2016. Vol. 9. Iss. 30. 6 p. <http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/view/98743>.

3. Нечаев В. В., Баранюк В. В., Смирнова О. С., Кошкарёв М. И., Володина А. М., Богорадникова А. В., Маркелов К. С. Учебное пособие «Информационные ресурсы и технологии» по курсам «Базы данных», «Хранилища данных и OLAP-технологии», «Системный анализ», «Информационные технологии» для студентов, обучающихся по направлению 09.03.04 «Программная инженерия». – М.: МИРЭА, 2015. 92 с.

4. Баранюк В. В., Смирнова О. С., Володина А. М., Богорадникова А. В. Разработка архитектуры интеллектуальной системы информационной поддержки создания и развития перспективных бионических технологий // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4. № 11. С. 34–38.

5. Баранюк В. В., Нечаев В. В., Смирнова О. С., Володина А. М. Интеллектуальная система информационной поддержки создания и развития перспективных бионических технологий: модельное представление подсистемы информационной поддержки // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4. № 11. С. 39–44.

6. Баранюк В. В., Смирнова О. С., Володина А. М., Блинов М. Ю. Подсистема пополнения базы знаний интеллектуальной системы информационной поддержки создания и развития перспективных бионических технологий // *International Journal of Open Information Technologies*. 2016. Т. 4. № 11. С. 45–52.

7. Баранюк В. В., Смирнова О. С., Володина А. М., Богорадникова А. В. Модельное представление подсистемы генерации и формирования идей в составе интеллектуальной системы информационной поддержки создания и развития перспективных бионических технологий // *International Journal of Open Information Technologies*. 2016. Т. 4. № 11. С. 53–58.

8. Sigov A. S., Nechaev V. V., Baranyuk V. V., Koshkarev M. I., Melikhov A. A., Smirnova O. S., Bogoradnikova A. V. Architecture of domain-specific data warehouse for bionic information resources // *Ecology, Environment and Conservation Paper*. Nov. 2015. Vol. 21. Suppl. Issue. P. 181–186.

9. Мелихов А. А., Нечаев В. В. Пополнение базы знаний интеллектуальной системы информационной поддержки развития перспективных бионических технологий: формирование перечня источников // *Информационные и телекоммуникационные технологии*. 2015. № 28. С. 16–20.

10. Смирнова О. С., Елисеева Е. И., Ершова О. А., Сесин И. Ю. Подходы к классификации информационных ресурсов в области бионических технологий // *Национальная ассоциация ученых (НАУ): ежемесячный научный журнал*. 2015. № 4 (9). Ч. 3. Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени: Труды IX Международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 15–17 мая 2015). С. 18–22.

11. Сигов А. С., Нечаев В. В., Трофименко В. М. Модельное представление предметных областей знаний: бионический подход // *Информационные и телекоммуникационные технологии*. 2015. № 28. С. 12–15.

12. Смирнова О. С., Богорадникова А. В., Блинов М. Ю. Описание роевых алгоритмов, инспирированных неживой природой и бактериями, для использования в онтологической модели // *International Journal of Open Information Technologies*. 2015. Т. 3. № 12. С. 28–37.

13. Sigov A., Baranyuk V., Nechaev V., Smirnova O., Melikhov A. Approach for forming the bionic ontology // *Интеллектуальные системы (INTELS'2016): Материалы XII Международного симпозиума (Москва, 5–7 октября 2016)*. – М.: РУДН, 2016. 5 с.

14. Сигов А. С., Нечаев В. В., Трофименко В. М. Модельное представление механизмов формирования проблемно-ориентированных семантических полей // *Образовательные ресурсы и технологии*. 2015. № 2 (10). С. 56–62.

15. Баранюк В. В., Богорадникова А. В., Смирнова О. С. Определение семантического содержания предметной области на основе формирования тезауруса // *International Journal of Open Information Technologies*. 2016. Т. 4. № 9. С. 74–79.

16. Sigov A., Baranyuk V., Nechaev V., Melikhov A., Smirnova O. Improving the quality of bionic resource retrieval by visualizing a specific bionic-oriented thesaurus // *Интеллектуальные системы (INTELS'2016): Материалы XII Международного симпозиума (Москва, 5–7 октября 2016)*. – М.: РУДН, 2016. 6 с.

17. Мелихов А. А., Смирнова О. С. Методика автоматизированного формирования тезауруса на основе грамматически релевантных единиц // *Образовательные ресурсы и технологии*. 2016. № 4 (16). С. 41–51.

### **Suggestions on the development of the intellectual system targeted on bionic research support**

*Valentina Valentinovna Baranyuk, Ph.D., senior researcher, associate professor, Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Moscow Technological University» (MIREA)*

*Ol'ga Sergeevna Smirnova, junior research fellow, assistant of the Department Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Moscow Technological University» (MIREA)*

*The former article contains suggestions on the development of the specific software for intellectual support of research and development of bionic technologies. Also it provides structural representation of this system, displays technical requirements for its functions and substantiates the choice of programming language.*

*Keywords: intellectual system, information support system, expert system, knowledge base, bionics, bionic technologies, Java programming language.*