

# ФОРМАЛИЗОВАННАЯ МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИННОВАЦИОННОГО ВУЗА

УДК 004.896::378.16

**Алексей Игоревич Сироткин**, старший преподаватель кафедры Автоматизированных систем обработки информации и управления Московского государственного университета экономики, статистики и информатики (МЭСИ)  
Тел.: (926) 215-19-88  
Эл. почта: asirotkin@mes.i.ru

В статье рассматривается проблема обеспечения вузом эффективности использования закрепленных за ним помещений в свете реализации Концепции осуществления Министерством образования и науки Российской Федерации полномочий собственника в отношении имущества подведомственных организаций. Исследуется вопрос применимости для решения указанной проблемы формализованной методики проектирования пространственной инфраструктуры инновационного вуза.

**Ключевые слова:** *высшее учебное заведение, инновационное образование, стратегическое управление, планирование ресурсного обеспечения, имущественный комплекс, эффективность вуза.*

**Alexey I. Sirotkin**, Senior Teacher the Department of Automated systems information processing and management, Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics (MESI)  
Tel.: (926) 215-19-88  
E-mail: asirotkin@mes.i.ru

## FORMALIZED PROJECT METHODOLOGY OF EFFECTIVE LAYOUT PLANNING FOR INNOVATIVE UNIVERSITY

The article deals with the university's effective use of its premises as part of the concept of exercising ownership powers by Ministry of Education and Science of the Russian Federation in relation to property of its affiliates. To solve this problem, the applicability of formalized project methodology of effective layout planning for innovative university is analyzed.

**Keywords:** *university, innovative education, strategic planning, resource supply management, property and effectiveness of the university.*

Инновационная экономика представляет собой особый тип, основанный на потоке инноваций, на постоянном технологическом совершенствовании, на производстве и экспорте высокотехнологичной продукции с очень высокой добавочной стоимостью и самих технологий [1]. Постиндустриальный по своей природе, этот тип экономики характеризуется системообразующей ролью информационной сферы, имеет главным движителем и источником формирования прибыли интеллектуальные ресурсы общества. Из этого следует, что одним из главных, критических факторов создания эффективной инновационной экономики являются системный подход в процессе ее реализации и доминирующая роль человеческого капитала.

Создаваемая в России национальная инновационная система, формирование институтов которой является одним из ключевых направлений развития экономики страны, предъявляет качественно новые требования к уровню подготовки кадров. Можно говорить о том, что современное образование также должно быть инновационным, а значит непрерывно изменяющимся, адаптирующимся к требованиям инновационной экономики. Поддержание вузом надлежащего уровня актуальности формируемых у студентов знаний и навыков невозможно без наличия у него развитой инновационной инфраструктуры, обеспечивающей тесную интеграцию образовательного процесса, как с реальной экономикой, так и с фундаментальной наукой.

С увеличением сложности и динамичности внешней и внутренней среды организационно-управленческие структуры высших учебных заведений стали трансформироваться в матричные. Координация работы между подразделениями и отдельными сотрудниками в такой структуре реализуется проще, чем в иерархических структурах, а ответственность распределяется между руководителями разных уровней. В вузе, имеющем матричную структуру, существует, по крайней мере, два основных вида деятельности – образовательная и научная [2].

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации отмечается, что «уровень конкурентоспособности современной инновационной экономики все в большей степени определяется качеством профессиональных кадров, уровнем их социализации и кооперационности». Несмотря на то, что университеты представляют собой исторически первые научные центры, сохранившие во многих развитых странах свою исключительную с этой точки зрения роль, значение науки в вузах России часто недооценивается, поскольку наука воспринимается как «дополнительный» элемент в образовании при наличии отдельных институциональных научных организаций, главной функцией которых является научная деятельность. При этом упускают из виду тот факт, что вузовская наука является фактором, который непосредственно влияет на качество высшего образования, а значит и на его способность к выполнению собственно образовательных и воспитательных функций и связанных с ним функций удовлетворения потребностей рынка труда в высококвалифицированных специалистах, без чего невозможна модернизация страны [3].

Матричная структура университета представляет собой, так называемые новые городские структуры или технологический парк, где существует широкий спектр различных служб – от городских до производственных, исследовательских и образовательных. Внешне инновационный университет имеет сходство с уменьшенной в масштабе Силиконовой Долиной [4].

Из сказанного следует вывод, что современный инновационный вуз – это изменчивая, адаптивная, легко масштабируемая структура, и для эффективного управления ею требуются новые, специальные инструменты.

Настоящая работа посвящена рассмотрению одного из таких инструментов продуктивного управления инновационным вузом – формализованной методики проектирования оптимальной пространственной инфраструктуры инновационного высшего учебного заведения.

С 2012 года в России действует Концепция осуществления Министерством образования и науки Российской Федерации полномочий собственника в отношении имущества подведомственных организаций. Этот документ определяет основными целями в вопросах управления подведомственными организациями следующие:

1) эффективность организаций, находящихся в ведении Министерства;

2) эффективность закрепленного за такими организациями имущества [5].

Указывая на тесную взаимосвязь перечисленных целей и необходимость их решения во взаимной интеграции, Минобрнауки вменяет подведомственным организациям в обязанности разработку и исполнение программы развития имущественного комплекса как основного инструмента поддержки принятия решений и оценки качества управления в целом.

Под инфраструктурой предприятия в широком смысле принято понимать совокупность взаимосвязанных структурных элементов, отражающую содержание реализуемых на предприятии бизнес-процессов и обеспечивающую их.

Пространственная инфраструктура – это синтетическая категория, в которой для целей управления объединяются площади различного назначения: аудиторный фонд, научные лаборатории, площади административного, хозяйственного и технического назначения.

Такая модель является многомерной динамической системой, характеризующейся большим количеством варьируемых величин и значительным числом связей между ними. Сложность внутренней организации подобного класса аналитических систем характеризуется экспоненциальным ростом при увеличении

размерности предметной области. Их практическая применимость обусловлена наличием адекватных средств интеграции в экономическую систему объекта управления. Выступающая в качестве такого интегратора методика проектирования оптимальной пространственной инфраструктуры инновационного вуза должна отвечать следующим основным группам требований:

1) общие требования:

– простота освоения и применения;

– универсальность;

– достоверность;

2) специальные требования:

– согласованность с иными инструментами экономического управления инновационным вузом;

– возможность оперативного перестроения и модификации модели в условиях изменчивости предметной области;

– возможность самостоятельного использования отдельных этапов и элементов методики при решении частных управленческих задач рассматриваемой предметной области;

– обеспечение целостности и непротиворечивости исходных данных.

Необходимый уровень достоверности и оперативности формирования инновационной модели пространственной инфраструктуры вуза обеспечивается за счет программной автоматизации методики на базе структурного анализа, системного и декомпозиционного подходов, заключающихся в последовательном ее сведении к формализованным задачам небольшой размерности.

Задачи распределения ресурсов и упорядочения работ занимают заметное место в управлении буквально любыми сложными системами или процессами.

Теоретическая база для решения таких задач довольно широка. Она носит название теории расписаний. Однако, применимость ее для решения многих конкретных задач довольно невысока: в силу различных особенностей таких задач, плохо поддающихся формализованному описанию в рамках теории расписаний. В частности, к таким слабо формализуемым задачам можно отнести большинство экономичес-

ких задач, связанных с управлением человеческими ресурсами.

Анализ существующих подходов к решению поставленной задачи с одной стороны позволяет сделать вывод о том, что наиболее перспективными и активно развивающимися являются направления, связанные с применением интеллектуальных эвристических алгоритмов и методов.

С другой стороны, анализ указывает на «узкие места» таких подходов, наиболее заметными среди которых являются большая сложность формализации задачи управления пространственной инфраструктурой и построения адекватной системы критериев оптимальности такой инфраструктуры.

Предлагаемое решение базируется на модификации эвристического генетического алгоритма, дополненной алгоритмом агрегативного представления исходных данных. Такой подход в существенной степени снижает чувствительность к размерности задачи, которая является проблемой большинства алгоритмов данного класса.

Данный алгоритм, базирующийся на теоретико-множественном подходе к рассмотрению учебного процесса, был апробирован на решении одной из частных проблем рассматриваемой проблемной области – задаче составления расписания учебного процесса. Агрегированное описание предметной области в отличие от традиционной постановки задачи, рассматривающей пять множеств (преподаватели, группы студентов, пары занятий, аудитории, дисциплины), оперирует лишь следующими тремя множествами объектов:

$Z = \{z_i\}; i = \overline{1, N_{\text{блоков}}}$  – множество блоков занятий,

$A = \{a_j\}; j = \overline{1, N_{\text{аудиторий}}}$  – множество аудиторий для проведения занятий,

$T = \{t_k\}; k = \overline{1, N_{\text{пар}}}$  – множество учебных единиц времени в течение цикла расписания (учебных пар).

Благодаря такому подходу, математическую модель расписания учебных занятий можно представить в виде двух векторов:

$$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i, \dots, \alpha_{N_{\text{блоков}}}),$$

$$\tau = (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_i, \dots, \tau_{N_{\text{блоков}}}),$$

где  $\alpha_i \in A$  – код аудитории, назначенный блоку занятий  $z_i \in Z$ ,  $\tau_i \in T$  – код учебной пары, назначенный первому занятию из блока занятий  $z_i \in Z$ .

Другой особенностью предлагаемого решения является усовершенствование средств поиска наилучшего решения, а именно – формирование инструмента гибкой настройки формируемой модели пространственной инфраструктуры по критериям. Для этого целесообразно прибегнуть к одному из инструментов теории нечеткой логики – методу анализа иерархий. Предложенный Т. Саати, этот метод, позволяет проводить оценку альтернатив в задачах большой размерности и сложной структуры многокритериально, с учетом значимости критериев друг относительно друга.

Для оценки применимости эвристического генетического алгоритма к решению задач управления инфраструктурой вуза, была предпринята его апробация на одной из частных задач предметной области – задаче составления расписания учебных занятий. Было проведено тестовое исследование двух аспектов эффективности предлагаемой методики:

а) способности генерировать модель пространственной инфраструктуры вуза, характеризуемого высокой степенью оптимальности по предложенному критерию: эффективности эксплуатации помещений вуза;

б) более высокого быстродействия реализуемого алгоритма по сравнению с классическими алгоритмами, применяемыми для решения такого класса задач.

Для количественной оценки первого аспекта эффективности в реализующий методику программный модуль в качестве тестового примера были загружены данные об учебном процессе весеннего семестра 2013–2014 учебного года в Российском государственном университете инновационных технологий и предпринимательства.

Было осуществлено формирование в автоматическом режиме макета расписания учебных занятий, оптимизированного по критерию

эффективности использования помещений с последующей генерацией аналитического отчета о степени эффективности использования помещений вуза при таком расписании. Тому же анализу было подвергнуто учебное расписание, составленное сотрудниками учебно-методического отдела Университета.

Критерием успешности решения поставленной задачи целесообразно считать сравнение характеристик загруженности аудиторного фонда сгенерированного таким методом макета расписания с расписанием, выработанным профессиональным работником учебно-методического отдела университета.

Неудовлетворительным результатом следует считать как низкий, так и очень высокий уровень загрузки аудиторного фонда. В последнем случае учебный процесс не будет устойчив при возникновении различного рода непредвиденных ситуациях, требующих оперативного внесения в расписание изменений.

Сравнительный отчет о загрузке аудиторного фонда, обеспеченной расписанием, составленными в ручном экспертном режиме, и расписанием, сгенерированным в соответствии с предлагаемой методикой, представлен в таблице 1.

Степень загрузки аудиторного фонда для целей настоящего исследования определяется как отношение суммарной академической трудоемкости учебного процесса в рамках одного цикла расписания к максимальному количеству академических часов занятий, доступных для заданного аудиторного фонда. Автоматически сгенерированное

расписание позволяет полностью освободить один из учебных корпусов от проведения занятий и тем самым исключить его из аудиторного фонда, сменив вид и порядок использования освободившихся площадей.

Таким образом, применение разрабатываемой методики позволяет повысить эффективность использования аудиторного фонда более чем на 11% по сравнению с результатами, получаемыми при использовании традиционных методов управления пространственной инфраструктурой вуза.

### Результаты и выводы

В настоящей работе новыми являются:

– комплексный подход к управлению имеющимися в распоряжении вуза площадями, основанный на объединении их в единый структурированный по профилям функционального назначения массив, определяемый как пространственная инфраструктура инновационного вуза.

– формализованное представление деятельности вуза, включающей его образовательные, научные, организационные, административные, хозяйственные и иные бизнес-процессы, в виде процессно-ресурсной проекции на пространственно-временной график. Такой способ организации исходных данных делает применимым для программной реализации разрабатываемой методики эвристический генетический алгоритм.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке формального метода и алгоритма

Таблица 1

Сравнительный отчет о загрузке аудиторного фонда

	Корпус 1	Корпус 2	Корпус 3	Корпус 4	ИТОГО
Загрузка аудиторного фонда при традиционном подходе к составлению расписания					
Количество академ. часов	770	852	106	240	1968
Максимум академ. часов	1296	1584	432	720	4032
Степень загрузки	59,41%	53,79%	24,54%	33,33%	48,81%
Загрузка аудиторного фонда для автоматически сгенерированного расписания					
Количество академ. часов	816	978	174	0	1968
Максимум академ. часов	1296	1584	432	720	3312
Степень загрузки	62,96%	61,74%	40,74%	0,00%	59,42%

поддержки принятия управленческих решений в экономической системе инновационного вуза.

На практике результаты работы, выраженные в частности в формализованной методике, могут применяться для решения целого комплекса управленческих задач, таких как: оперативное проектирование и модификация расписаний и графиков учебного процесса, подготовка и обоснование управленческих решений по обеспечению научных коллективов и административно-хозяйственных подразделений вуза рабочими площадями.

Кроме того, разрабатываемые теоретические положения, методологические подходы и математические модели могут быть применимы для решения управленческих задач на предприятиях иных видов и родов деятельности.

#### Литература

1. Сушкова Н.А. Роль человеческого капитала в инновационном развитии экономики России // Актуальные вопросы экономических

наук: материалы междунар. науч. конф. (г. Уфа, октябрь 2011 г.). – Уфа: Лето, 2011. – С. 31–34.

2. Макаркин Н.П., Томилин О.Б., Фадеева И.М. Матричное управление в высшем учебном заведении // Университетское управление. – 2004, № 1 (29).

3. Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. №1662-р «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года».

4. Грудзинский А.О. Проектно-ориентированный университет. Профессиональная предпринимательская организации вуза. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2004.

5. Концепция осуществления Министерством образования и науки Российской Федерации полномочий собственника в отношении имущества подведомственных организаций (в отношении объектов движимого и недвижимого имущества): одобр. Коллегией Минобрнауки России (протокол от 31.01.2012 г. №ПК-2вн).

#### References

1. Sushkova N.A. Human capital assets role in Russian innovative economy development // Topical issues of Economic Sciences: материалы междунар. науч. конф. (Ufa, October 2011 г.). – Ufa: Leto, 2011. – P. 31–34.

2. Makarkin N.P., Tomilin O.B., Fadeeva I.M. Matrix management at higher education institutions // University management. – 2004, № 1 (29).

3. The Russian Federation government edict of November 17 2008 №1662-r «Long-term socio-economic development conception of the Russian Federation for the period up to 2020».

4. Grudzinsky A.O. Project-oriented university. Professional entrepreneurial organization of the university. – Nizhny Novgorod: NNU Press, 2004.

5. Concept of exercising ownership powers by Ministry of Education and Science of the Russian Federation in relation to property of its affiliates: approved by Ministry of Education and Science of the Russian Federation Collegium (minutes of January 31 2012 №ПК-2vn).