

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ МОНИТОРИНГА КОМПЛЕКСНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ АСПИРАНТУР И ДОКТОРАНТУР В ВУЗАХ РФ

А.М. Бершадский, А.С. Бождай, А.А. Гудков

*Кафедра «Системы автоматизированного проектирования»,
ГОУ ВПО «Пензенский государственный университет»;
bat@pnzgu.ru*

Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым

Ключевые слова и фразы: комплексная инфраструктура территории; подготовка научных кадров; послевузовское образование, эффективность деятельности аспирантур.

Аннотация: Рассмотрены некоторые аспекты мониторинга деятельности аспирантур и докторантур в составе комплексной инфраструктуры территории РФ. Особое внимание уделено проблемам разработки критериев эффективности работы аспирантур и установки соответствия научных специальностей с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники и критическими технологиями РФ.

При постановке задачи мониторинга той или иной социально-экономической системы (СЭС) в первом приближении создается иллюзия, что объектом исследования должна служить только лишь эта самая, отдельно взятая, СЭС. Большинство традиционных методов мониторинга базируются именно на этой позиции. Головные управляющие организации, занимаясь аналитикой работы своих подведомственных иерархий, зачастую прибегают к упрощенной схеме, заключающейся в периодическом сборе первичной информации (например, с помощью специально разработанных форм унифицированного образца), ее централизации, автоматической очистке и последующей обработке различными математико-статистическими методами. Органы управления образованием, здравоохранением и прочих СЭС проводят эти мероприятия обособленным друг от друга образом, не пытаясь осуществлять корреляцию форм первичной отчетности, не учитывая текущих состояний и тенденций смежных систем и т.п.

Оставив в стороне проблему достоверности первичной информации, предоставляемой учреждениями низших уровней иерархии, можно сделать заключение о том, что рассмотренный подход позволяет лишь *констатировать* общее текущее состояние СЭС, достигнутое за отчетный период. Важнейшие вопросы, связанные с нахождением факторов (причин), которые способствовали переходу системы в это состояние остаются за пределами видимости. В результате потери причинно-следственных связей не представляется возможным установить истинные закономерности развития СЭС и, следовательно, осуществлять эффективные работы в области прогнозирования становится проблематично.

Очевидно, что любая СЭС регионального масштаба является открытой системой, входящей в состав общей инфраструктуры, более обширной как по территориальному, так и тематическому охвату. Административно-хозяйственные границы СЭС не могут препятствовать явным или косвенным воздействиям со стороны смежных подсистем инфраструктуры. Иными словами, инфраструктура жизнедеятельности человека в рамках выбранного территориального охвата является единым системным организмом, и многие причинно-следственные закономерности следует искать именно в масштабах всей инфраструктуры.

Для терминологической идентификации такого системного единства предлагается ввести новое понятие – комплексная инфраструктура территории (**КИТ**), определить которое можно следующим образом. *КИТ – совокупность антропогенных, техногенных и природно-географических систем, представляющих собой системную целостность в рамках выбранного пространственно-временного масштаба.*

В качестве основных элементов структуры КИТ выделим [1]:

- участок территории;
- слои инфраструктуры;
- информационное пространство.

Под *участком территории* в структуре КИТ понимается участок земной поверхности, вмещающий всю материальную основу подсистем КИТ и ограниченный их пространственной протяженностью. Подсистемы КИТ и соответствующий участок территории обладают неразрывными связями различного характера и оказывают существенные воздействия друг на друга.

Классификация социально-экономических функций в привязке к территориальным, информационным и организационным аспектам приводит к понятию *слоя инфраструктуры*. Под слоем инфраструктуры будем понимать тематически обособленную сферу жизнедеятельности человека, неразрывно связанную с соответствующим участком территории, взаимодействующую с другими слоями КИТ и внешней средой, обладающую собственной материально-информационной структурой и органами управления, подлежащую исследованию в рамках мониторинга КИТ.

Информационное пространство, в котором существует такая сложная система, приобретает особый статус и дает представление о внутренних состояниях КИТ, внешней среде и совокупности управляющих воздействий. Проектирование информационного пространства и механизмов его использования, в рамках создания автоматизированных мониторинговых методов и систем, приобретает первостепенную важность.

В качестве примера практической реализации идеи КИТ рассмотрим некоторые принципы мониторинга деятельности аспирантур и докторантур вузов РФ.

В целях консолидации финансовых, материальных и интеллектуальных ресурсов на стратегически значимых точках развития страны необходима четкая целевая взаимосвязь между подготовкой кадрового потенциала высшей квалификации и обеспечением потребностей развития приоритетных направлений развития науки, техники и технологии. Эти потребности следует рассматривать как взаимосвязанную систему показателей и индикаторов, отражающих текущее состояние кадрового обеспечения промышленности и экономики регионов, а также общее перспективное состояние и эффективность системы вузовского и послевузовского образования (в разрезе научных отраслей и территориальной принадлежности).

Таким образом, имеется комплексная инфраструктура территории со следующими характеристиками:

- в состав инфраструктуры входят следующие слои: система вузовского и послевузовского образования РФ; отрасли промышленности, соответствующие

приоритетным направлениям и критическим технологиям; региональные рынки труда;

- пространственный аспект включает территорию РФ с административным делением на субъекты федерации;

- временной аспект включает ежегодную периодичность сбора и обновления статистики.

Каждый слой инфраструктуры представляет собой реляционную базу данных (БД), а вся их взаимосвязанная совокупность на логическом уровне описывается многомерным информационным кубом. Пространственный аспект инфраструктуры выражается наличием цифровой картографической основы РФ, к которой (с помощью географических координат) привязывается многомерный информационный куб (рис. 1).

Такая модель дает возможность разработки автоматизированных информационных методов мониторинга деятельности аспирантур и докторантур в российских вузах с учетом перечня критических технологий и реальных потребностей в научных и научно-педагогических кадрах в регионах, федеральных округах и Российской Федерации в целом. На пути решения этой задачи стоит ряд проблем, наиболее принципиальными из которых являются:

- разработка индикаторов и показателей эффективности деятельности аспирантур и докторантур в российских вузах;

- установка соответствия специальностей высшей научной категории с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники и критическими технологиями РФ.

В настоящий момент критерием эффективности работы аспирантур является процент выпуска аспирантов с защитой диссертации в срок (от общего числа поступивших в аспирантуру). Однако такая практика оценки эффективности аспирантур не удовлетворяет научно-педагогическое сообщество, особенно представителей точных, естественных и технических наук [2]. Для аспирантов указанных

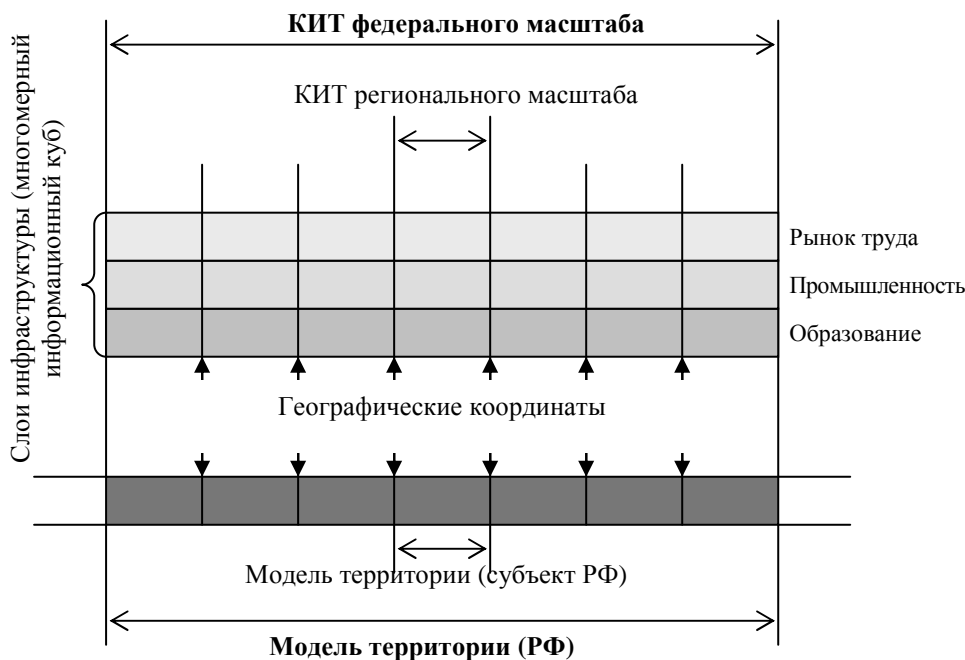


Рис. 1. Комплексная инфраструктура территории

научных направлений работа над диссертацией включает не только написание текста диссертации, но и разработку прототипов реальных программно-аппаратных систем, их практическую апробацию, проведение экспериментов. На это требуется дополнительное время. В связи с этим, при оценке эффективности аспирантур предлагается учитывать аспирантов, защитивших диссертацию в срок обучения, а также в течение одного года или двух лет после окончания аспирантуры.

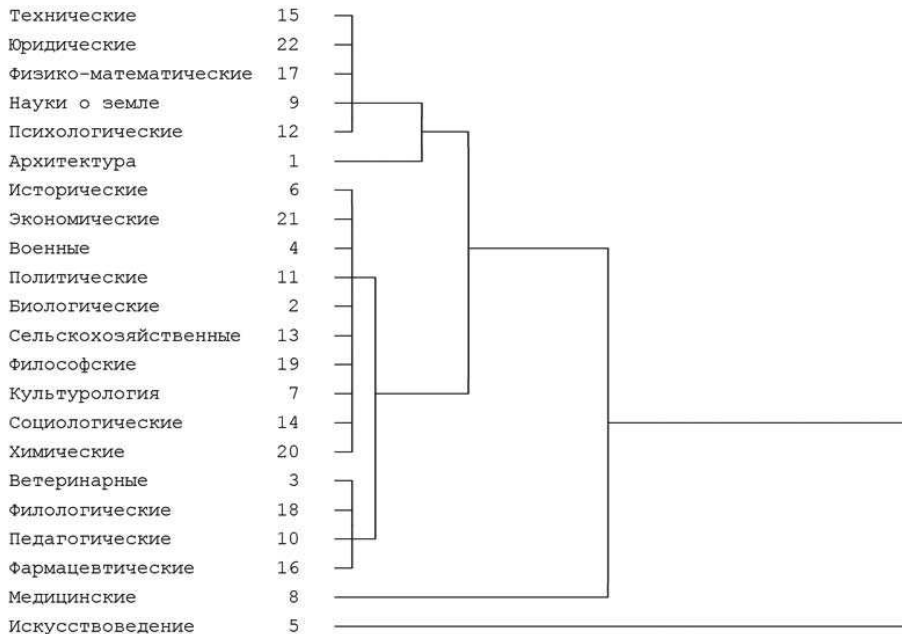
Кроме этого, предлагается ввести для разных групп научных специальностей отраслевые коэффициенты, которые будут влиять на значение эффективности деятельности аспирантуры. Расчет отраслевых коэффициентов основывается на том факте, что имеется большой разброс значений показателя процента аспирантов, выпущенных с защитой диссертации, в зависимости от отрасли науки (табл. 1) [3]. Например, для медицинских наук процент выпуска с защитой составляет около 50 %, а для технических наук – около 28 %. Значение коэффициента для конкретной отрасли науки получается путем деления процента выпуска аспирантов с защитой по этой отрасли на средний процент выпуска аспирантов с защитой по всем отраслям. Другой вариант – вычисление отраслевых коэффициентов не для каждой отрасли науки, а для групп родственных отраслей или научных специальностей. В этом случае выполняется кластеризация отраслей науки (научных специальностей) по проценту выпуска аспирантов с защитой, причем при кластеризации можно учитывать данные как за один год, так и за несколько лет (многомерная кластеризация).

Таблица 1

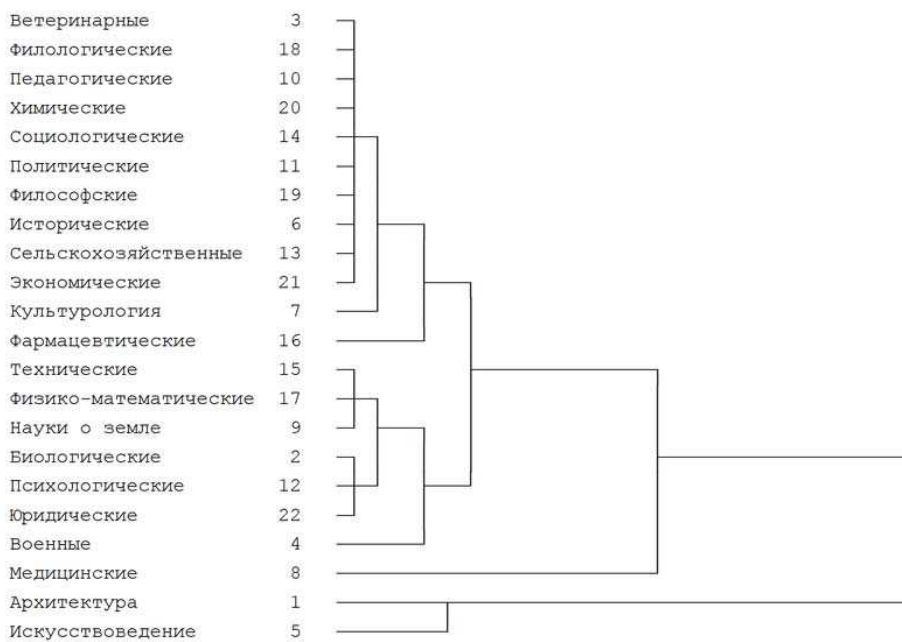
Процент аспирантов, выпущенных с защитой диссертации

| Отрасли наук | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | Отраслевой коэффициент c_i |
|-----------------------------|---------|---------|---------|------------------------------|
| Архитектура | 16,5 | 21,3 | 19,3 | 0,59 |
| Биологические науки | 31,9 | 33,9 | 33,6 | 1,03 |
| Ветеринарные науки | 36,2 | 41,5 | 40,4 | 1,24 |
| Военные науки | 28,6 | 17,5 | 34,0 | 1,04 |
| Искусствоведение | 6,2 | 11,6 | 10,7 | 0,33 |
| Исторические науки | 35,9 | 40,1 | 32,9 | 1,01 |
| Культурология | 33,5 | 48,5 | 36,6 | 1,12 |
| Медицинские науки | 52,4 | 52,8 | 48,8 | 1,50 |
| Науки о земле | 24,4 | 26,3 | 26,3 | 0,81 |
| Педагогические науки | 39,4 | 41,7 | 39,4 | 1,21 |
| Политические науки | 37,7 | 42,9 | 33,9 | 1,04 |
| Психологические науки | 30,3 | 33,7 | 30,0 | 0,92 |
| Сельскохозяйственные науки | 33,9 | 38,5 | 35,9 | 1,10 |
| Социологические науки | 40,3 | 41,1 | 37,0 | 1,13 |
| Технические науки | 27,4 | 29,8 | 27,2 | 0,84 |
| Фармацевтические науки | 46,8 | 35,8 | 44,3 | 1,36 |
| Физико-математические науки | 25,5 | 31,0 | 27,9 | 0,86 |
| Филологические науки | 37,7 | 41,0 | 40,1 | 1,23 |
| Философские науки | 36,5 | 41,9 | 35,0 | 1,07 |
| Химические науки | 37,5 | 41,2 | 38,0 | 1,17 |
| Экономические науки | 35,5 | 36,7 | 32,8 | 1,01 |
| Юридические науки | 34,5 | 33,9 | 27,1 | 0,83 |
| Всего | 33,5 | 36,0 | 32,6 | 1,00 |

Результаты такой кластеризации, выполненные с помощью программы SPSS, показаны на рис. 2, из которого видно как можно сгруппировать медицинские и фармацевтические науки; физико-математические, технические и науки о Земле; и др., в зависимости от требуемого числа групп. Затем для каждой группы вычисляется усредненный весовой коэффициент.



а)



б)

Рис. 2. Иерархическая кластеризация отраслей науки по проценту выпуска из аспирантур вузов с защитой диссертации:
a – за 2007 г.; *б* – за 2005–2007 гг.

Все перечисленные факторы можно свести в единую математическую модель (1) оценки эффективности деятельности аспирантур и докторантур

$$E = \sum_{i=0}^{i_{\max}} w_i E_i, \quad (1)$$

где

$$E_i = (M_i/N_i) \cdot 100 \%. \quad (2)$$

Формула (2) определяет эффективность работы аспирантуры с учетом задержки защиты на i лет (при $i = 0$ E_0 – эффективность работы аспирантуры без учета задержки защиты); M_i – число человек, защитившихся в текущем году с задержкой защиты на i лет (M_0 – число человек, защитившихся в текущем году в срок аспирантской подготовки); N_i – число человек, поступивших в аспирантуру ($L + i$) лет назад, где L – срок аспирантской подготовки; i_{\max} – константа, определяющая максимальную учитываемую задержку защиты, например, $i_{\max} = 10$, лет; w_i – весовые коэффициенты, определяющие важность защиты в срок и с задержкой на i лет, можно вычислить по формуле

$$w_i = 1/(i + 1). \quad (3)$$

При $i_{\max} = 0$ и $w_0 = 1$ формула (2) сводится к модели, которая используется для оценки деятельности аспирантур в настоящее время [2]:

$$E = (M_0/N_0) \cdot 100 \%. \quad (4)$$

Рассмотрим пример расчета эффективности деятельности аспирантуры некоторого вуза на основе условных исходных значений. Предположим, что в 2008 г. в вузе защитились 20 человек, при этом они поступили в аспирантуру в разные годы, как показано в табл. 2 в 1-й и 2-й строках. Срок аспирантской подготовки равен 3 годам ($L = 3$).

Согласно используемой в настоящее время методике, эффективность деятельности аспирантуры вычисляется по формуле (4) следующим образом:

$$E = E_0 = (M_0/N_0) = ((1 + 10)/48) \cdot 100 \% = 23 \%.$$

Таким образом, защиты девяти человек, поступивших в аспирантуру в 2004 г. и ранее, никак не учитываются при оценке эффективности.

Таблица 2

**Условные исходные значения для примера расчета
эффективности деятельности аспирантур**

| Показатель эффективности | Год поступления в аспирантуру | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2008 | 2007 | 2006 | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 |
| Количество защитившихся в 2008 г., чел. | 0 | 0 | 1 | 10 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Количество поступивших в данном году, чел. | 55 | 52 | 50 | 48 | 53 | 49 | 47 | 45 | 42 | 40 | 41 |
| Задержка защиты, лет | – | – | – | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

Согласно предлагаемой модели (1) получим

$$E = \sum_{i=0}^{10} w_i E_i = w_0 E_0 + w_1 E_1 + w_2 E_2 + w_6 E_6,$$

поскольку при $i = 3, 4, 5, 7, \dots$ защит не было. Исходя из формулы (2) имеем

$$E_1 = (5/53) \cdot 100 \% = 9 \%; \quad E_2 = (3/49) \cdot 100 \% = 6 \%; \quad E_6 = (1/40) \cdot 100 \% = 3 \%,$$

w_i определим согласно формуле (3):

$$w_0 = 1; \quad w_1 = 0,5; \quad w_2 = 0,33; \quad w_6 = 0,14.$$

Подставив все найденные значения в формулу (1), получим

$$E = 1 \cdot 23 + 0,5 \cdot 9 + 0,33 \cdot 6 + 0,14 \cdot 3 = 26 \%.$$

Данный пример рассмотрен без учета отраслевых коэффициентов c_i , показанных в табл. 1. Для учета фактора отраслевой специфики модифицируем формулу (2) следующим образом:

$$E_i = \left(\sum_j M_{ij} / c_j \right) / N_i, \quad (5)$$

где c_j – отраслевой коэффициент для j -й отрасли науки; M_{ij} – количество человек, защитившихся по j -й отрасли науки в текущем году с задержкой защиты на i лет,

$$\sum_j M_{ij} = M_i.$$

Предлагаемый подход, учитывающий научные специальности при анализе эффективности работы аспирантуры вуза, позволяет получить более точную оценку эффективности. Поскольку эта оценка, в конечном счете, определяет прием в аспирантуру, то данный подход позволяет более равномерно распределять бюджетные места аспирантуры по разным научным специальностям.

Другим важным аспектом мониторинга системы аспирантур и докторантур в составе комплексной инфраструктуры территории является проблема установки соответствия научных специальностей с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники и критических технологий РФ. К решению данной проблемы предлагается подойти через сопоставление таблиц «Приоритетное направление – критические технологии (ПН – КТ)» и «Отрасли науки – научные специальности (ОН – НС)». Обе исходные таблицы четко определены соответствующими нормативными документами [4–6], однако, связь между ними может быть установлена только экспертным путем.

Таблица ПН – КТ имеет размерность 8×34 и определяет принадлежность групп критических технологий к соответствующим приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники. Таблица ОН – НС (размерность 23×449) определяет связь специальностей высшей научной категории и отраслей науки и строится на основе соответствий, установленных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки РФ [7].

Для экспертной установки соответствия между таблицами ПН – КТ и ОН – НС предлагается выполнить следующие этапы.

1. *Определение состава экспертной комиссии.* К участию в экспертном опросе привлекаются ученые (кандидаты и доктора наук), а также специалисты соответствующих министерств и ведомств. Количественный состав комиссии составит порядка 80–100 человек, по 3–5 экспертов на отрасль науки.

2. *Экспертный опрос в on-line режиме.* Исходными данными для опроса является пустая таблица КТ – НС (соответствие критических технологий и научных специальностей). В силу большой размерности этой таблицы и широты тематиче-

ского охвата технологий, каждому эксперту предлагается только фрагмент таблицы, включающий НС той отрасли наук, к которой относится эксперт. Средний размер такого фрагмента составит $34 \times (15 \dots 40)$. На пересечении определенной критической технологии и научной специальности эксперту предлагается поставить оценку принадлежности по 5-бальной шкале (от 0 до 4), где 4 – наивысшая оценка принадлежности (полное соответствие), а 0 – полное несоответствие.

3. *Обработка результатов опроса.* Заключается в усреднении экспертных оценок и обратном формировании из фрагментов единой таблицы КТ – НС.

Полученная таблица соответствия КТ – НС является важным элементом при разработке системы индикаторов и общих принципов мониторинга деятельности аспирантур и докторантур в российских вузах. Ее наличие необходимо для дальнейших работ, связанных с анализом актуальности и востребованности системы послевузовского образования, а также с оценкой распределения научных кадров в разрезе специальностей с целью эффективного обеспечения развития приоритетных направлений как в отдельных регионах, так в масштабах Российской Федерации.

Благодаря наличию пространственной привязки, систему аспирантур и докторантур можно рассматривать в составе комплексной инфраструктуры территории. Статистическая информация по количественным и качественным составляющим деятельности аспирантуры, в рамках выбранного масштаба территории, может рассматриваться и анализироваться совместно с данными, отражающими территориальную специфику промышленного сектора, рынка труда, уровня развития критических технологий в регионах, образовательную специфику регионов (в разрезе учебных специальностей) и т.п.

Таким образом, основными результатами данной статьи являются следующие:

1) введено и определено новое понятие комплексной инфраструктуры территории и дано обоснование его необходимости;

2) поставлена проблема оценки эффективности и мониторинга деятельности аспирантур и докторантур российских вузов без отрыва от специфической особенности тех регионов, где они находятся территориально. Предлагается рассматривать систему аспирантур и докторантур вузов РФ как часть комплексной инфраструктуры территории РФ;

3) предложена модель численного расчета эффективности деятельности аспирантур с учетом их научно-отраслевой принадлежности и временного фактора защиты диссертаций после окончания срока обучения в аспирантуре;

4) предложена методика установки соответствия специальностей высшей научной категории с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники и критическими технологиями РФ.

Работа выполнена в рамках проекта «Разработка принципов организации, мониторинга, анализа и прогнозирования развития системы аспирантур и докторантур в российских вузах для обеспечения приоритетных направлений развития экономики, техники и технологии», ФЦПРО «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2010 годы)», направление 2.2.2.4 «Научно-методическое обеспечение подготовки научных кадров в высшей школе и развития научно-исследовательской работы студентов и аспирантов».

Список литературы

1. Бождай, А.С. Комплексная инфраструктура территории. Проблемы и подходы к процессам мониторинга / А.С. Бождай // Инновации в науке, образовании и бизнесе : материалы VI Всерос. науч.-метод. конф., Пенза, 22–23 апр. 2008 г. – Пенза, 2008. – С. 119–121.

2. Балабанов, С.С. Подготовка научных кадров социогуманитарного профиля в аспирантуре / С.С. Балабанов, Б.И. Бедный, А.А. Миронос // Социол. исслед. – 2008. – № 3. – С. 70–78.

3. Пугач, В.Ф. Послевузовское профессиональное образование в России на рубеже XX–XXI веков : тенденции развития (статистико-социологический анализ) / В.Ф. Пугач. – М. : Исследоват. центр проблем качества подгот. специалистов, 2008. – 140 с.

4. Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации [Электронный ресурс] : приказ от 21.05.2006 г. № 843 : утв. Президентом РФ В.В. Путиным // Официальный сайт Минобрнауки РФ. – Режим доступа : <http://mon.gov.ru/dok/ukaz/nti/4406/>. – Загл. с экрана.

5. Перечень критических технологий Российской Федерации [Электронный ресурс] : приказ от 21.05.2006 г. № 842 : утв. Президентом РФ В.В. Путиным // Официальный сайт Минобрнауки РФ. – Режим доступа : <http://mon.gov.ru/dok/ukaz/nti/4407/>. – Загл. с экрана.

6. Об утверждении номенклатуры специальностей научных работников [Электронный ресурс] : приказ от 31.01.2001 г. № 47 / Минпромнауки РФ // Законы России. – Режим доступа : http://lawrussia.ru/texts/legal_822/doc822a728x671.htm. – Загл. с экрана.

7. Разделы перечня научных специальностей [Электронный ресурс] : справ. материалы ВАК Минобрнауки РФ. – Режим доступа : <http://db.informika.ru/cgi-bin/vak/q1.plx>. – Загл. с экрана.

Development of Principles for Monitoring of Complex Infrastructure of Territory Illustrated by Post-Graduate Studies in RF Universities

A.M. Bershinsky, A.S. Bozhday, A.A. Gudkov

*Department of Computer Aided Design, Penza State University;
bam@pnzgu.ru*

Key words and phrases: complex infrastructure of territory; post-graduate studies; post-graduate work efficiency; scientific manpower training.

Abstract: The paper considers some aspects of post-graduate studies within the framework of complex infrastructure on the territory of RF. The emphasis is given to the problems of designing criteria of post-graduate training and working out the criteria of correlation between the specialties and major trends in the development of science, technology and engineering as well as crucial technologies of RF.

Erarbeitung der Prinzipien des Monitorings der komplexen Infrastruktur des Territoriums am Beispiel des Systems der Aspiranturen und Doktoranturen in den Hochschulen der RF

Zusammenfassung: In diesem Artikel werden einige Aspekte des Monitorings der Tätigkeit der Aspiranturen und Doktoranturen im Bestande von der komplexen Infrastruktur des RF Territoriums betrachtet. Besondere Aufmerksamkeit wird den Problemen der Erarbeitung der Kriterien der Effektivität der Arbeit der Aspiranturen und der Regelung der Übereinstimmung der wissenschaftlichen Fachrichtungen mit den Vorrangrichtungen der Entwicklung der Wissenschaft, der Technologien und Technik und mit den kritischen Technologien der RF geschenkt.

Développement des principes du monitoring complexe de l'infrastructure du territoire à l'exemple du système russe des études des boursiers de thèse

Résumé: Dans le présent article sont examinés quelques aspects du monitoring de l'activité des boursiers de thèse dans l'ensemble de l'infrastructure complexe du territoire de la Fédération de la Russie. Une attention particulière est prêtée aux problèmes du développement des critères de l'efficacité de l'organisation des études des boursiers de thèse et de l'établissement de la correspondance des spécialités scientifiques avec les orientations prioritaires du développement de la science, des technologies et de la technique ainsi que les technologies critiques de la Fédération de la Russie.

Авторы: *Бершадский Александр Моисеевич* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Системы автоматизированного проектирования»; *Бождай Александр Сергеевич* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования»; *Гудков Алексей Анатольевич* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования», ГОУ ВПО «ПГУ».

Рецензент: *Подольский Владимир Ефимович* – доктор технических наук, профессор, проректор по информатизации, директор ТамбовЦНИТ, заведующий кафедрой «Системы автоматизированного проектирования», ГОУ ВПО «ТГТУ».
