

Информационно–аналитическое сопровождение послевузовского инженерного образования

*Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана*

Галиновский А. Л., Данилин А. Ф., Дуксова В. А.



Галиновский А. Л.



Данилин А. Ф.



Дуксова В. А.

В статье рассмотрены вопросы создания системы информационно-аналитического сопровождения процесса подготовки аспирантов инженерных вузов. Предложена и реализована методика установления предварительных успешных научно-творческих контактов между научными руководителями и потенциальными аспирантами. Представлена вероятностная модель оценки эффективности функционирования информационно-поисковых систем сопровождения инженерного образования.

В существующей практике функционирования предварительных этапов образовательного процесса в сфере послевузовского профессионального образования процедура поиска потенциальными аспирантами (ПА) и соискателями ученой степени научных руководителей (НР) и консультантов в значительной степени ограничена. Как правило, происходит отбор студентов, желающих продолжить образование в аспирантуре НР, когда либо проводивших занятия у данных студентов или являющихся штатными преподавателями профилирующих кафедр. Этот факт подкреплен и статистической информацией, согласно которой в среднем около 90% обуча-

ющихся в очной аспирантуре МГТУ им. Н.Э. Баумана являются выпускниками тех кафедр, на которых они получили высшее профессиональное образование. Такая ситуация значительно сужает перспективы и потенциальные возможности процесса подготовки кадров в аспирантуре. В сложившихся условиях частичного или полного нарушения межвузовских связей, явно недостаточного информационно-аналитического взаимодействия вузов с профильными предприятиями, институтами и научными учреждениями задача формирования образовательных диад (научный руководитель-аспирант) начинает занимать лидирующее место.

Для решения поставленных проблем был разработан и апробирован на базе структурных подразделений, осуществляющих управление аспирантурой и докторантурой технических и классических университетов, пилотный вариант информационно-поисковой системы (ИПС). Основная задача ИПС заключается в помощи широкому контингенту магистров старших курсов, будущим аспирантам, соискателям ученой степени и их потенциальным руководителям и консультантам находить друг друга, исходя из выбранной группы индивидуализируемых критериев и факторов отбора. Причем система обоюдного подбора в реализованном алгоритме и методике функционирования построена таким образом, что учитывает как научно-про-

фессиональную направленность и заинтересованность, так и личностно-психологическую совместимость будущей образовательной диады. Отличительная черта данной ИПС состоит в том, что каждый ее пользователь – научный руководитель или потенциальный аспирант, формулируя свои индивидуальные требования к партнеру по научно-образовательной диаде, имеет возможность получить необходимые сведения о группе контрагентов, наиболее близко удовлетворяющих этим требованиям. Таким образом, ИПС состоит из постоянно обновляющейся, но инвариантной части (базы данных о НР и ПА) и адаптируемой индивидуализированной структуры поиска наиболее результативных контактов между ними.

Однако уже на этапе проведения предварительной апробации ИПС появилась проблема, связанная с оценкой эффективности функционирования предложенной ИПС. В практической ситуации значимость предложенной системы установления успешных научно-творческих контактов может быть оценена лишь по окончании срока подготовки в очной аспирантуре, т.е. по истечении, например для очных аспирантов, трех лет. Таким образом, появилась необходимость оценки эффективности и результативности работы ИПС на этапе ее первоначального апробационного внедрения.

Рассмотрим принципы проведения прогнозирования работоспособности и эффективности предложенных методик взаимного поиска контрагентов из числа участников образовательной диады ПА–НР и информационно-поисковой системы в целом. Данная проблема была изучена с позиции оценки некоторых функционально-технических характеристик поисковой системы, таких как минимально необходимый объем баз данных, требуемый для эффективного взаимного поиска контрагентов образовательной диады. Ведь, как показал предварительный анализ, объем баз данных ПА и НР в преобладающей степени влияет на работоспособность, эффективность и качество установления успешных научно-творческих контактов. Для решения этих вопросов были сформулированы

подходы, позволяющие с вероятностных позиций оценить такой базовый критерий эффективной работы ИПС, как количество установленных успешных научно-творческих контактов на предварительном (до конкурса) этапе образовательного процесса в аспирантуре.

Заметим, что трудноформализуемый характер исходных данных потребовал для осуществления прогнозирования работоспособности ИПС применения вероятностного подхода, что вполне соответствует итерационной сути процесса установления контактов.

Допустим, что $P_{(x)}$ означает вероятность наличия общего фактора или критерия в некотором анализируемом объеме базы данных x . Этот фактор или критерий являются общими для всего массива анализируемой базы данных. Пусть $P_{(x)}$ означает вероятность совпадения (наличия) данного общего фактора (критерия) в базе данных x_1 , отличной от x .

Исходя из этих предположений и учитывая, что успешность и «неуспешность» или точнее нереальность установления контакта образуют полную группу событий и их суммарная вероятность равна единице, а также в результате ряда математических преобразований было получено, что вероятностную оценку возможности установления успешного контакта можно проводить исходя из соотношения:

$$P^*(x) = 1 - P(X) = 1 - \exp(-Cx)$$

где P – вероятностная оценка «неуспеха» установления контакта между участниками образовательного процесса (НР и ПА).

Очевидно, что результативность установления успешных контактов между ПНР и ПА определяется объемом взаимных предложений (баз данных) и концентрацией в рассматриваемых по отдельности баз данных общих критериев рейтинговой оценки, т.е. параметром в (1). Перспективным, с практической точки зрения, является обращение внимания на параметр C . В частности, учет не только профессиональных качеств участников образовательной диады, но

и их психологических и личностных особенностей путем введения дополнительных критериев сравнительной оценки рейтингов увеличивает значение $P^*(x)$ в (1).

В качестве иллюстрации на рисунке 1 представлена аналитическая зависимость (1). Из графики становится видно, что, для того чтобы вероятность установления успешного контакта для одного из участников образовательной диады (НР или ПА) была бы близкой к единице, необходимо, чтобы база данных контрагента (НР или ПА) по своему объему приближалась к 25 участникам.

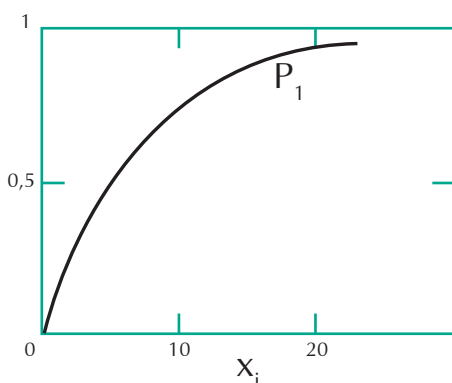


Рис. 1. Аналитическая зависимость вероятности нахождения успешного научно-творческого контакта между НР и ПА от объема базы данных

Для того чтобы повысить уровень восприятия предложенных элементов вероятностно-математической модели, построим аналитические зависимости для различных коэффициентов C . Физический смысл коэффициента концентрации C представляет собой значение, полученное на базе статистических исследований, и соответствует числу успешных контактов между НР и ПА. Так, для МГУ им. М.В. Ломоносова в среднем лишь 14 из 100 контактов являются успешными. Этот факт позволил принять за базовое значение C равное 0,14. Для сравнения на рисунке 2 представлены графики для четырех различных значений концентрации C (0,25; 0,2; 0,17; 0,14).

Возвращаясь к анализу вероятностного уравнения (1), заметим, что

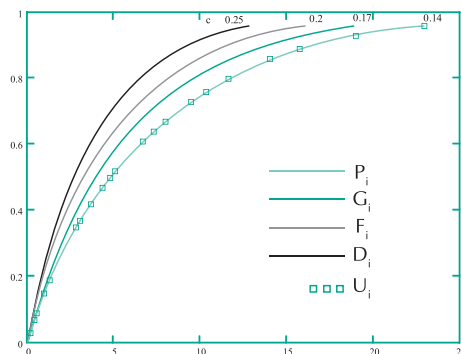


Рис. 2. Зависимости вероятности нахождения успешного научно-творческого контакта между НР и ПА от объема их баз данных и концентрации C

по физическому смыслу в общем случае $C=f(t)$, т.е. средняя концентрация успешных (результативных) контактов изменяется во времени из-за каких либо внешних или внутренних факторов, например из-за возможной отмены льгот для аспирантов, прекращением финансирования, отмены отсрочки от воинской службы или других макроэкономических и политических факторов. Однако эти изменения происходят, как правило, достаточно медленно, что позволяет провести перестройку или подстройку системы подготовки кадров под складывающиеся нововведения и преобразования. Это позволяет предположить, что $C \sim \text{constanta}$ в (1) и в первом приближении не содержит кинетическую (временную) компоненту. Причем анализ статистических данных по функционированию аспирантуры МГТУ им. Н.Э. Баумана и МГУ им. М.В. Ломоносова также подтвердил это предположение. Статистические данные показали, что за последние пять лет (1998–2003 гг.) количество защит в срок в значительной степени осталось неизменным.

Таким образом, вероятностное уравнение (1) позволяет давать количественную оценку появления успешных научно-творческих контактов, в зависимости от масштабного фактора наполнения баз данных НР и ПА при условии определенности параметра « C ».

В общем случае для определения вероятности появления интересующе-

го события «k» раз в «n» испытаниях, являющихся функцией «k», «n» и «P» – вероятности наступления интересующего события в одном испытании целесообразно проводить, используя формулу Бернулли.

В нашем случае формула Бернулли с учетом того, что $C = var$ позволяет определить вероятность установления успешного, результативного научно-творческого контакта между НР и ПА при наличии нескольких (k) :

$$P_k(x_\Sigma) = \frac{\left(\frac{X}{x}\right)!}{\left(\frac{X}{x}\right)! \left(\frac{X-x_\Sigma}{x}\right)!} \times \left\{ 1 - \exp\left[-\int_0^x C(X)dX\right] \right\}^{\frac{x}{x_\Sigma}} \times \left\{ 1 - \exp\left[-\int_0^x C(X)dX\right] \right\}^{\frac{X-x_\Sigma}{x_\Sigma}}$$

Соотношение (2) позволяет в аналитическом виде представить математическое ожидание и дисперсию вероятности появления успешного контакта:

$$M(x_\Sigma) = \left[\sum_{k=1}^n P_k(x_\Sigma) k \right] x$$

$$D(x_\Sigma) = \left\{ \sum_{k=1}^n \left[k - \frac{M(x_\Sigma)}{x} \right]^2 \cdot P_k(x_\Sigma) \right\} x^2$$

Таким образом, определив по (2), можно вычислить по (3) и (4) основные статистические параметры успешного контактирования и после этого смоделировать процесс образования успешных контактов, например методом Монте-Карло.

На рисунке 3 проиллюстрированы результаты имитационного моделирования, проведенного методом Монте-Карло. Как видно из рисунка, результаты имитационного моделирования совпадают с аналитической функцией, представленной на рисунке 1. Этот факт подтверждает правильность и достоверность заключений, сделанных в данной работе.

Следует заметить, что количественные оценки входящих в (2) значений, в первую очередь $C(X)$, можно достаточно легко получить статистическими методами для конкретных учебных

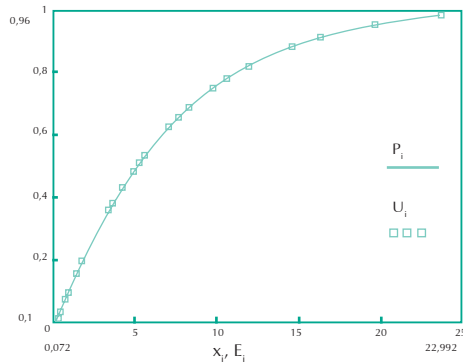


Рис. 3. Результаты численного моделирования методом Монте-Карло по определению вероятности установления успешного контакта между НР и ПА в зависимости от объема базы данных

заведений. Кроме этого, $C(X)$ можно оценить, используя данные, представленные в открытых источниках, например в Интернет.

Для иллюстрации результатов имитационного моделирования с использованием формулы Бернулли (2) по определению вероятности появления интересующего события «k» раз в «n» испытаниях, т.е. в нашем случае вероятности установления количества успешных, результативных контактов между НР и ПА в зависимости от объема их баз данных, построены соответствующие графики (рис. 4).

В качестве дополнительной проверки предложенной математической модели был разработан и протестирован прикладной программный про-

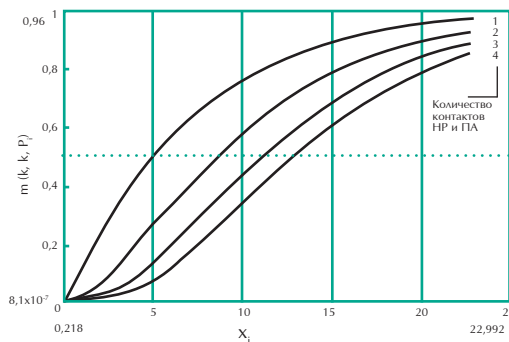


Рис. 4. Результаты имитационного моделирования с использованием формулы Бернулли по определению вероятности появления интересующего события «k» раз в «n» испытаниях

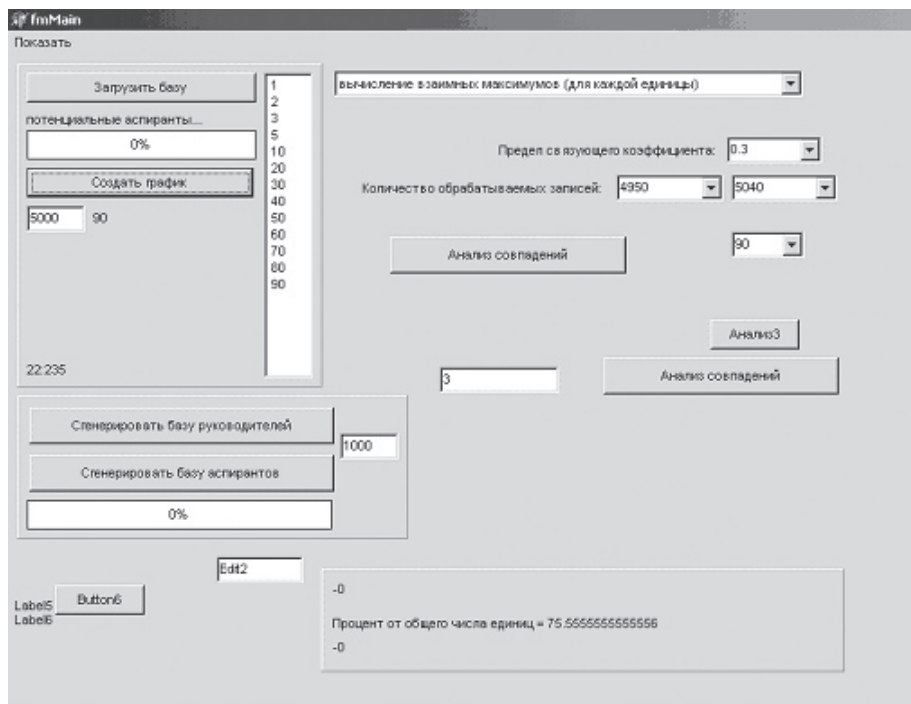


Рис. 5. Фрагмент рабочего окна программы генерации баз данных HR и ПА

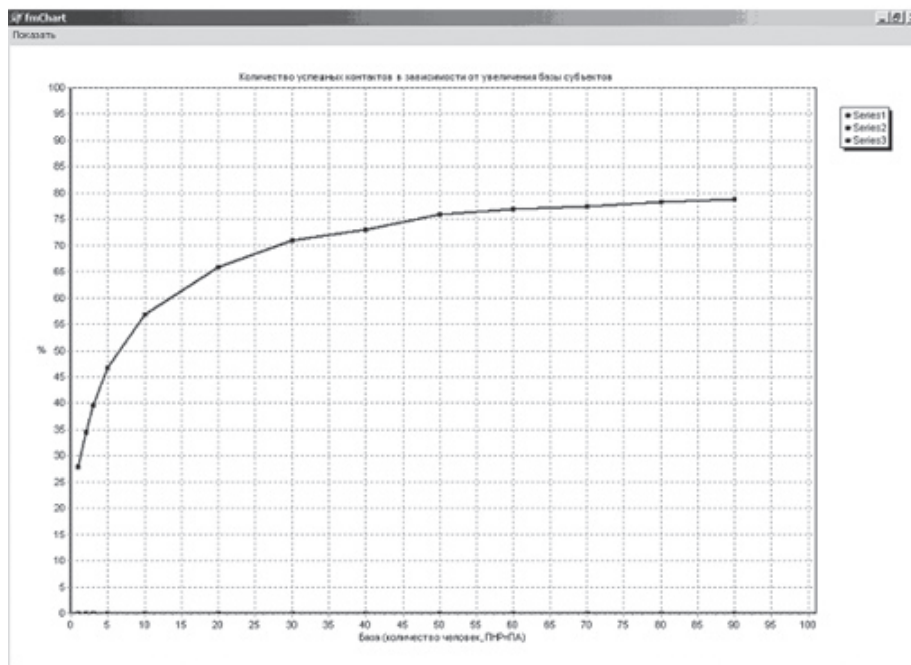


Рис. 6. Результаты натурного моделирования (экспериментальной работы программы) по изучению связи объема баз данных HR и ПА с количеством успешных контактов

дукт, позволяющий генерировать базы данных НР и ПА (рис. 5). Результатом работы программы стало построение экспериментальной кривой (см. рис. 6), связывающей объем баз данных НР и ПА с количеством успешных контактов. Как видно из рисунка, полученная кривая соответствует вероятностному закону, представленному на рисунках 2 и 3.

В заключение следует отметить, что для установления одного успешного предварительного (до конкурса в аспирантуру) научно-творческого контакта между НР и ПА с вероятностью, равной 0,5, необходимо, чтобы их база данных состояла из матрицы с минимальным размером 5-5 человек, а для осуществления успешного контакта с

вероятностью, близкой к максимальной, размер матрицы должен составлять 23-23 человека.

Предложенные подходы обладают значительной общностью и достоверностью результатов, что было доказано при их использовании в решении ряда научных задач как в области образования, так и в технике и технологии. Кроме того, изучение вопроса соответствия содержания диссертационных работ по техническим и естественно-научным направлениям показало их высокую общность и высокий коэффициент корреляции между ними (более 0,95), что позволяет сделать вывод о возможности применения предложенных подходов и для обеих наук.

Литература

1. Галиновский А.Л. Перспективы подготовки элитарных кадров в аспирантуре технических вузов с учетом инновационных тенденций развития отечественного образования//Инженерное образование. – 2004. – №2. – С. 114–120.
3. Галиновский А.Л. Инновационные принципы совершенствования содержания и информационно-аналитического сопровождения послевузовского профессионального//Открытое образование. – 2004. – №1. – С. 34–37.
4. Галиновский А.Л. Информационно-методическое обеспечение аспирантуры в вузах естественно-научного профиля. – М.: Компания Спутник+. – 2004. – С. 42.