

## ПОСТРОЕНИЕ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА

Фисоченко О.Н.<sup>1</sup>, Ляхова Е.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ЮТИ ТПУ «Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета», Юрга, Россия, (652050, Юрга, Кемеровская обл., ул. Ленинградская, 26), e-mail: [giri@rambler.ru](mailto:giri@rambler.ru)

Данная статья посвящена построению математической модели для отбора абитуриентов, склонных учиться по направлению «Прикладная информатика». Был подобран набор признаков, по которым мы оценивали способных студентов, склонных обучаться на технических специальностях, связанных с информационными технологиями, из набора признаков выбранных нами тестовых методик. Была построена математическая модель по отбору студентов, склонных учиться по направлению «Прикладная информатика». Результаты проведенного исследования позволяют утверждать, что сочетание представленных в статье методов и методик является перспективными для решения проблем по отбору абитуриентов, склонных осваивать специальности, связанные с ИТ-технологиями. Результаты, полученные в ходе данного исследования, являются первым этапом в работе по разработке алгоритма принятия решений по отбору абитуриентов, склонных учиться по направлению «Прикладная информатика».

Ключевые слова: профориентация, принятие решения, маркетинговый подход, информационная система, моделирование, дискриминантный анализ.

## CREATION OF PROFESSIONAL ORIENTATION MODEL ON THE BASIS OF THE DISCRIMINANT ANALYSIS

Fisochenko O.N.<sup>1</sup>, Liahova E.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UTI TPU «Yurginsky institute of technology (branch) of National research Tomsk Polytechnic University», Yurga, Russia, (652050, Yurga, Kemerovo Region, Leningradskaya St., 26), e-mail: [giri@rambler.ru](mailto:giri@rambler.ru)

This article is devoted to creation of mathematical model for selection of the entrants, inclined to study in the Applied Informatics direction. The feature set on which we estimated the capable students, inclined to be trained on the technical specialties connected with information technologies, from a feature set of the test techniques chosen by us was picked up. The mathematical model on selection of the students, inclined to study in the Applied Informatics direction was constructed. Results of the conducted research allow to claim that the combination of the methods presented in article and techniques is perspective for the solution of problems on selection of the entrants, inclined to master the specialties connected with IT technologies. The results received during this research, are the first stage in work on development of algorithm of decision-making on selection of the entrants, inclined to study in the Applied Informatics direction.

Keywords: career guidance, decision making, marketing approach, the information system, modeling, discriminant analysis.

На сегодняшний день отпала необходимость доказывать, что Россия во многом предопределяется ее системой образования. Образованность, компетентность и профессионализм выступают ключевыми факторами общественного развития. Это всемирно признанный факт. Обострилась конкуренция между образовательными учреждениями за привлечение потенциальных клиентов. В таких условиях необходимость поиска путей повышения конкурентоспособности учебных заведений не вызывает сомнений. Исходя из этого, можно говорить о внедрении маркетингового подхода к формированию образовательных услуг.

Целью современного университетского образования является подготовка конкурентоспособных специалистов. В условиях компетентностно-ориентированного обучения каждому студенту необходимо обеспечить возможность реализовать себя в процессе учебной деятельности с опорой на его способности, интересы, ценностные ориентации и субъектный опыт. Чтобы организовать компетентностно-ориентированное обучение, необходимо выявлять природные склонности абитуриентов.

Конечно, на сегодняшний день во многих вузах существует проблема набора абитуриентов на технические специальности. В условиях функционирования Юргинского технологического института Томского политехнического университета (ЮТИ ТПУ) – филиала крупного университета, расположенного в небольшом городе на берегу реки Томь, она особо актуальна. Однако специальность «Прикладная информатика», несмотря на то что относится к техническим, востребована. Это связано с бурным развитием информационных технологий. Для нашей кафедры «Информационных систем» существует потребность в привлечении способных школьников, склонных учиться по направлению «Прикладная информатика», которые будут успешны как в учебе, так и в научной деятельности.

**Целью исследования** является построение математической модели для поддержки принятия решения по отбору абитуриентов, поступающих на направление «Прикладная информатика».

Наше исследование проходило в два этапа:

1. Тестирование и подбор показателей для оценки профессионально значимых личностных качеств, для направления «Прикладная информатика».
2. Построение математической модели с использованием метода дискриминантного анализа по данным тестирования студентов, обучающихся по ИТ-направлениям, для отбора абитуриентов, склонных учиться по направлению «Прикладная информатика».

На первом этапе нашего исследования было проведено тестирование, в котором принимали участие 76 человек: студенты старших курсов специальности «Прикладная информатика», студенты техникума ЮТМиИТ, которые учатся по специальности «Компьютерные системы и комплексы» и студенты филиала бизнес-школы КГУ, обучающиеся по специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления», с которыми ведется профориентационная работа в рамках нашего института. Были протестированы студенты, уже обучающиеся по ИТ-направлениям, для того, чтобы наиболее точно определить набор признаков характеризующих студентов, склонных учиться по направлению «Прикладная информатика». Также для того, чтобы более точно на втором этапе построить прогностическую модель для определения студентов склонных учиться по ИТ-направлениям.

Для исследования экспертами были выбраны 2 теста: «Дифференциально-диагностический опросник» (ДДО Е.А. Климова) и «Конструктивный рисунок человека из геометрических фигур». Существует множество тестовых методик по данной тематике, но мы выбрали именно эти, потому что они занимают малое время у тестируемых, так как студентов сложно мотивировать на долговременное тестирование, и дают достаточно хорошие результаты по оценке типов личностей и склонностей у тестируемых к тем или иным профессиям. В таблице 1 представлены признаки, входящие в выбранные тесты, по которым мы оцениваем студентов.

Таблица 1 – Описание признаков, оцениваемых при тестировании

Название	Обознач.	Описание
Человек – природа	X1	Склонны изучать, исследовать, анализировать состояние, условия жизни растений или животных (агроном, микробиолог, зоотехник, гидробиолог, агрохимик, фитопатолог); ухаживать за животными, выращивать растения, (лесовод, полевод, цветовод, овощевод, птицевод, животновод, садовод, пчеловод).
Человек – техника	X2	Склонны проектировать, конструировать технические системы, устройства, разрабатывать процессы их изготовления. Склонны регулировать, наладивать, распознавать, ремонтировать технические устройства. Работать на станках, управлять транспортом, автоматическими системами.
Человек – человек	X3	Склонны заниматься деятельностью, связанной с людьми. Им свойственно быть воспитателями, учителями, врачами, фельдшерами, медсестрами, нянями, продавцами, парикмахерами, библиотекарями, юристами, военнослужащими.
Человек – знаковая система	X4	Склонны выполнять различные вычисления, рисовать схемы, систематизировать сведения, заниматься программированием, статистикой, экономикой. Им свойственно быть редакторами, делопроизводителями, телеграфистами, программистами, экономистами, бухгалтерами, конструкторами, инженерами, стенографистами, звукооператорами.
Человек – художественный образ	X5	Склонны заниматься творческой деятельностью. Им свойственно создавать и проектировать художественные произведения, воспроизведение, изготавливать различные изделия по образцу, размножение художественных произведений в массовом производстве: писатели, художники, композиторы, журналисты, хореографы, ювелиры, реставраторы, актеры, шлифовщики, маляры, печатники. Художественный образ, способы его построения – то, что является предметом деятельности для большинства представителей профессии типа «человек-знаковая система».
Руководитель	X6	Склонны заниматься руководящей и организаторской деятельностью. Хорошие рассказчики, с высоким уровнем речевого развития. Хорошо адаптируются в социальной сфере.
Ответственный исполнитель	X7	Им присущи черты типа «руководитель», но свойственно сомневаться при принятии важных решений. Требовательны к себе и очень ответственны. Высокий профессионализм.

Тревожно-мнительный	X8	Имеют разнообразные одаренности и способности в различных видах деятельности. Склонны менять профессии на абсолютно противоположные. Имеют различные хобби.
Ученый	X9	Эти люди легко абстрагируются от реальности, обладают «концептуальным умом», отличаются способностью разрабатывать «на все» свои теории. Рационально продумывают свое поведение, обладают душевным равновесием.
Интуитивный	X10	Обладают сильной чувствительностью нервной системы. Обладают повышенной чувствительностью к новизне. Легко работают на переключаемости от одной деятельности к другой. Альтруистичны, часто проявляют заботу о других, обладают хорошими ручными навыками и образным воображением, что дает возможность заниматься техническими видами творчества.
Изобретатель, конструктор, художник	X11	Часто встречается среди лиц с «технической жилкой». Это люди, обладающие богатым воображением, пространственным видением, часто занимаются различными видами технического, художественного и интеллектуального творчества.
Эмотивный	X12	Склонны сопереживать, заботиться и сочувствовать другим людям. Могут глубоко переживать и быть потрясенными от жестких событий.

На данном этапе нами отобраны признаки, по которым мы будем оценивать способных студентов, склонных учиться по направлению «Прикладная информатика». Данные признаки мы берем из набора показателей, оцениваемых с помощью выбранных нами тестов. Для студентов, склонных учиться по направлению «Прикладная информатика» характерны высокие значения по признакам: *x2-«человек-техника», x4-«человек-знаковая система», x7-«ответственный исполнитель», x9-ученый», x5-«человек - художественный образ», x11-«изобретатель, конструктор, художник»*. Исходя из описания характеристик этих признаков, можно сказать, что эти студенты склонны работать в технической профессии. Им нравится моделирование, разбираются в технике, способны создавать, эксплуатировать и ремонтировать машины, механизмы, аппараты. Характеристика «Человек-знаковая система» говорит о склонности выполнять вычисления, чертежи, схемы, систематизировать сведения. Склонны заниматься программированием, экономикой или статистикой. Профессии данной категории связаны с переработкой информации. Характеристика «ответственный исполнитель» говорит о том, что данные студенты ориентированы на «умение делать дело», для них присущ высокий профессионализм. Показатель «ученый», что говорит об обладании «концептуальным умом», способностью разрабатывать свои теории. Рационально продумывают свое поведение, обладают душевным равновесием. Показатели *x5-«человек – художественный образ», x11-«изобретатель, конструктор, художник»* характеризуют людей, обладающих богатым воображением, пространственным видением. Они часто занимаются различными видами технического, художественного и интеллектуального творчества. Эти признаки, связанные с творчеством, важны как для технической, так и для

гуманитарной сфер деятельности. Для данной группы студентов характерны низкие показатели:  $x1$ -«человек-природа»,  $x12$ -«эмотивный»,  $x3$ -«человек-человек»,  $x8$ -«тревожно-мнительный», что говорит о слабой склонности осваивать гуманитарные науки и работать по профессиям, связанным с растениеводством, животноводством и лесных хозяйством, у них отсутствует склонность к повышенному сопереживанию по отношению к животным, природе. Также такие студенты меньше склонны работать в сферах деятельности, предметом труда которых являются люди, то есть воспитание, медицинское обслуживание (врач, медсестра...), защита общества и государства (юрист, полицейский, военнослужащий), бытовое обслуживание (продавец, парикмахер...).

На следующем этапе нашего исследования с помощью метода дискриминантного анализа, на основе выбранных на предыдущем этапе признаков мы строим математическую модель. Для построения модели мы используем данные студентов обучающиеся по ИТ-направлениям.

В диагностике и прогнозе различных состояний человека широкое применение нашли методы, основанные на теории распознавания образов [1]. При этом процедура прогнозирования заключается в классификации двух или более генеральных совокупностей и получении решающего правила, позволяющего отнести новый элемент (объект) по имеющимся признакам к одному из классов данного множества. Для решения подобных задач успешно используется метод дискриминантного анализа.

Поэтому для отбора студентов, склонных учиться по направлению «Прикладная информатика» наиболее целесообразно использовать именно дискриминантный анализ.

Дискриминантным анализом называют раздел многомерного статистического анализа, содержащий статистические методы классификации многомерных наблюдений по одной из нескольких категорий или совокупностей. Одной из разновидностей дискриминантного анализа является применение классифицирующих (дискриминантных) функций Фишера; они используются для определения точности диагностики классификации многомерных наблюдений.

Весовые коэффициенты дискриминантных функций определяются по формуле [1]:

$$w_i = S^{-1} m_i \quad (i = 1, k), \quad (1),$$

где  $S$  – матрица ковариаций диагностического класса;

$m_i$  – вектор средних  $i$ -ого диагностического класса;

$k$  – количество классов.

Пороговые величины вычисляются как:

$$\omega_{0i} = -\frac{1}{2} w_i^T m_i + \ln P_i \quad (i = 1, k), \quad (2),$$

где  $P_i$  – априорная вероятность  $i$ -ого класса.

Правило диагностики с применением дискриминантных функций следующее: объект  $x$  относится к  $i$ ому классу, если выполняется условие [1]:

$$g_i(x) = \max_{j=1,k} g_j(x), \quad (3)$$

где  $g_i(x) = w_i^T x - \omega_{0i}$ .

Метод дискриминантного анализа был реализован с помощью пакета статистических программ Statgraphics plus for Windows. Прогнозировалась принадлежность к одному из трех классов: 1 – студенты, успешно обучающиеся на технических специальностях, связанных с информационными технологиями, 2 – студенты со средними способностями к освоению технических специальностей и 3 – студенты, не способные к освоению технических специальностей.

Принадлежность к одному из трех классов формировали по следующим правилам. Мы отнесли абитуриентов, склонных учиться по специальности «Прикладная информатика», к первой группе по высоким оценкам показателей  $x_2, x_4, x_7, x_9, x_5, x_{11}$ . Во вторую группу по средним оценкам показателей –  $x_2, x_4, x_7, x_9, x_5, x_{11}$ . И к третьей группе по низким показателям  $x_2, x_4, x_7, x_9, x_5, x_{11}$  и высоким показателям  $x_3, x_{10}, x_1, x_{12}, x_6, x_8$ .

Получены следующие дискриминантные функции:

$$g_1 = -76,37 + 5,07*x_1 + 10,01*x_2 + 0,60*x_3 + 9,40*x_4 + 6,53*x_5 + 10,31*x_6 - 1,33*x_7 - 2,10*x_8 + 4,57*x_9 + 5,62*x_{10} + 2,30*x_{11} + 3,24*x_{12};$$

$$g_2 = -60,91 + 5,88*x_1 + 8,06*x_2 + 0,72*x_3 + 6,98*x_4 + 7,06*x_5 + 8,09*x_6 + 0,45*x_7 + 0,41*x_8 + 5,30*x_9 + 4,06*x_{10} + 2,22*x_{11} + 2,68*x_{12};$$

$$g_3 = -49,71 + 6,58*x_1 + 6,03*x_2 + 0,60*x_3 + 5,29*x_4 + 6,67*x_5 + 6,03*x_6 + 2,03*x_7 - 0,17*x_8 + 5,63*x_9 + 3,20*x_{10} + 1,41*x_{11} + 2,67*x_{12}.$$

Переменные  $x$  представлены в таблице 1.

При реализации метода дискриминантного анализа была определена точность диагностики и классифицирующие функции, на основе которых строится решающее правило. Точность диагностики студентов приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Процент правильных отнесений для трех групп

Номер группы	Точность диагностики
1	94,59%
2	87,50%
3	85,71%

Как видно из таблицы 2, точность диагностики первой группы (студенты, успешно обучающиеся на технических специальностях, связанных с информационными

технологиями) составляет 94,59%, второй группы (студенты, со средними способностями к освоению технических специальностей) – 87,50% и третьей группы (студенты не способные к освоению технических специальностей) – 85,71%. Общий процент случаев правильной квалификации достаточно высок – 90,24%. Следовательно, целесообразно использовать построенные дискриминантные функции по выбранным признакам для прогноза склонностей студентов учиться на технических специальностях, связанных с информационными технологиями.

Полученное решающее правило позволяет выявлять лиц, склонных успешно обучаться на технических специальностях, связанных с информационными технологиями. Используя коэффициенты дискриминантного анализа и числовые величины измеренных признаков, мы можем вычислить дискриминантные функции для каждого студента.

В результате данного исследования был сформирован набор показателей и получена математическую модель, которая, на наш взгляд, является перспективной для решения проблем по профориентационному отбору абитуриентов на технические специальности.

Результаты, полученные в ходе данного исследования, являются первым этапом в работе по разработке алгоритма принятия решений по отбору абитуриентов на специальности «Прикладная информатика».

*Работа частично поддержана грантом РГНФ, проект № 13-16-70001*

### **Список литературы**

1. Берестнева О. Г., Шаропин К. А. Построение моделей адаптации студентов к обучению в вузе // Известия ТПУ. – 2004. - №5.
2. Берестнева О. Г., Муратова Е. А. Моделирование копинг-стратегий студентов технического университета // Известия ТПУ. – 2005. - №6.
3. Дюк В.А. Обработка данных на ПК в примерах: Статистические расчеты. Построение графиков и диаграмм. Анализ данных. – СПб.: Питер, 1997. – 240 с.
4. Климова Е.А. Психология профессионального самоопределения. – М.: Академия, 2004. – 304 с.
5. Психология: учебно-методический комплекс дисциплины: специальности: 030602 Связи с общественностью, 032401 Реклама / сост. О. Ю. Васильева. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед.ун-т, 2010. – 78 с.

**Рецензенты:**

Сапожков С.Б., д.т.н., заведующий кафедрой «Естественно-научного образования», профессор, Юргинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Юрга.

Берестнева О.Г., д.т.н., профессор кафедры прикладной математики, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск.