

Прогнозирование успеваемости студентов по результатам тестирования множественного интеллекта с помощью технологии виброизображения и искусственных нейронных сетей

В. А. Акимов¹, О. Е. Мартынов¹,
М. С. Куприянов², С. Э. Миронов²

¹ООО «Многопрофильное предприятие «Элсис», Санкт-Петербург, Россия,
minkin@elsys.ru;

²СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, Россия

***Аннотация:** Предлагается к рассмотрению практически ориентированная модель решения проблемы соответствия способностей абитуриента профилю учебного заведения при помощи технологии виброизображения и искусственных нейронных сетей (ИНС). Разработаны критерии оценки успешности обучения в техническом вузе для поступающих абитуриентов по профилю множественного интеллекта.*

***Ключевые слова:** профориентация, способности, технология виброизображения, множественный интеллект, нейронная сеть, ИНС, ИИ.*

Forecasting Students' Progress in University Education by Testing Multiple Intelligences Using Vibramage Technology and Artificial Neural Networks

Valery A. Akimov¹, Oleg E. Martynov¹,
Mikhail S. Kupriyanov², Sergey E. Mironov²

¹Elsys Corp, St. Petersburg, Russia,
minkin@elsys.ru;

²ETU «LETI», St. Petersburg, Russia

***Abstract:** Considered a practically oriented model for solving the problem of student's abilities matching to the profile of an educational institution using vibramage technology and artificial neural networks. The criteria for assessing the success of education in a technical university for students based on multiple intelligences profile are developed.*

***Keywords:** human resources (HR), abilities, vibramage technology, multiple intelligences, neural networks, ANN, AI.*

Введение

На предыдущих этапах работы в течение трех лет, начиная с 2017 года, проводилось исследование профилей множественного интеллекта (МИ) у студентов-первокурсников Факультета компьютерной техники и информатики СПбГЭТУ (ЛЭТИ), но в 2020 пандемия коронавируса COVID-19 внесла свои изменения в наши планы. Провести тестирование студентов первого курса в очной форме не представлялось возможным, т. к. все студенты вуза были переведены на дистанционное обучение. Поэтому было принято решение проследить успеваемость студентов третьего и четвертого курсов, которые проходили тестирование в 2017 и 2018 году. Основной задачей было определить насколько наши предположения о «структуре профиля множественного интеллекта потенциальных отличников» соответствуют реальной действительности.

Для прогноза академической успеваемости студентов-первокурсников был проанализирован профиль МИ при помощи технологии виброизображения. По результатам трех лет исследований результатов первой сессии было сделано предположение (см. табл. 1), что «потенциальный отличник» будет иметь следующий профиль МИ.

Таблица 1

Профили МИ «успешного студента»

Профили МИ	Технический профиль студента	Гуманитарный профиль студента
Логико-математический МИ	>70%	>60%
Внутриличностный МИ	>60%	>40%
Межличностный МИ	>40%	>70%
Визуально-пространственный МИ	>60%	>50%
Подвижнический МИ	>50%	>60%
Моторно-двигательный МИ	>50%	>50%

Хотя термин «потенциальный отличник», наверное, не совсем корректный, в начале исследований ставилась задача выявления на ранних стадиях студентов, способных «легко» учиться в техническом вузе, не затрачивая на учебу значительных внутренних ресурсов организма, т. е. выявление у студентов тех качеств, которые необходимы для выбранной специальности.

Потребность в уточнении профессионального выбора наблюдается в течение всей профессионально активной жизни человека. На кого пойти учиться и куда пойти поступать? — вопрос, который беспокоит большинство выпускников школ. Иными словами, проблема соответствия способностей абитуриента профилю учебного заведения во многом определяет успешность дальнейшей жизни молодых людей. Возможность человека успешно выполнять тот или иной вид деятельности

при минимальном расходе внутренних ресурсов и времени отражают его способности, которые развиваются только в процессе непосредственной деятельности человека при наличии мотивации к этой деятельности. Выбирая специальность, человек руководствуется обилием мотивов, где не последняя роль принадлежит способностям к овладению будущей профессией. Школьные оценки по учебным дисциплинам не всегда в полной мере отражают наличие или отсутствие способностей к конкретной области. Еще одна проблема — это мода на профессии и соответствующее отношение к представителям этих профессий. Выбор «модной профессии» подразумевает искажение мотивационной структуры личных приоритетов, отсутствие диагностики способностей к выбранной профессии.

Для руководства вуза результаты таких исследований тоже имеют важное значение. Если у студента есть способности, и он применяет их на практике, затрачивая на учебу минимум сил и энергии, то его можно привлекать в различные сборные по программированию или другим дисциплинам, приглашать работать и заниматься наукой в учебные лаборатории еще во время обучения в институте. И он это будет делать не в ущерб основной учебе. Если для учебы тратится много сил и энергии, то любая другая научная деятельность может привести к падению качества обучения.

Существует также и социальный аспект. Если студент «завалил» сессию, но у него есть способности, то причиной плохих оценок могут быть жизненные проблемы, беспорядок в семье, со здоровьем. В этом случае вместо отчисления можно пойти ему на встречу и предложить индивидуальный график пересдач.

Методика

Тестирование проводилось при помощи программы VibraMI10 (VibraMI10, 2018). Данная программа психофизиологического тестирования (ПФТ) человека основывается на технологии виброизображения. Технология виброизображения, применительно к человеку, анализирует двигательную активность (микровибрации) головы человека и преобразует параметры движения в характеристики психофизиологического состояния (ПФС) меняющегося во время тестирования под воздействием различных стимулов (вопросов и картинок-стимулов). Линейно опозитная система опроса, предложенная в работе (Минкин&Николаенко, 2017), позволяет преобразовать сознательные ответы и регистрируемые изменения ПФС в профиль МИ. Таким образом, реализуется практическая задача определения соответствия способностей студентов профилю выбранной специальности.

Учитывая то, что искусственный интеллект (ИИ) в последнее время достаточно широко и успешно применяется при решении задач, где есть возможность провести исследование независимыми методами и сформировать две группы: контрольную группу (подтвержденные «успешные студенты») и группу исследуемых студентов, было принято решение обучить нейронную сеть по параметрам виброизображения указанных групп. Настроенная, обученная искусственная нейронная сеть (ИНС) способна распознавать предъявляемые ей новые объекты, относя их к одному из классов спектра состояний, распознаванию которых ее удалось обучить.

Материалы исследования

В 2017 году было протестировано 161 студентов-первокурсников ФКТИ ЛЭТИ. Эта выборка студентов использовалась для обучения нейронной сети. Контроль успеваемости выполнялся по результатам 1-й сессии (студенты учились на первом курсе) и 7-й и 8-й сессий (студенты учатся на четвертом курсе). Успешными студентами считались студенты со средним баллом 4 и более и закрывшиеся в основную сессию (рис. 1). Студенты, получившие средний балл от 3,01 до 3,99 и закрывшиеся в дополнительную сессию или закрывшие сессию с большими проблемами и уже после окончания сроков дополнительной сессии, отнесены к группе «учатся с проблемами». По учебной программе на 9–10 дисциплин, по которым выставляется оценка в сессию, число гуманитарных предметов не превосходит 2–3.



Рис. 1. Итоги успеваемости протестированных студентов 2017 года в 2020 году

В 2018 году был протестирован 81 студент (рис. 2).



Рис. 2. Итоги успеваемости протестированных студентов 2018 года в 2020 году

Для обработки результатов исследований в компании Элсис была разработана обучаемая нейронная сеть с достаточно простой структурой: это сеть прямого распространения с одним скрытым слоем нейронов, во входном слое 14 нейронов, в скрытом слое 7 нейронов, в выходном слое 1 нейрон. В качестве входных параметров были использованы значения параметров профиля МИ человека, подаваемые в следующем порядке: IA — внутриличностный, ET — философский,

LM — логико-математический, BM — бизнес-корыстный, VS — визуально-пространственный, NL — природный, BK — моторно-двигательный, MR — музыкально-ритмический, AS — подвижнический, VL — вербально-лингвистический, CR — креативный, IE — межличностный типы МИ. А так же интегральные показатели Arts (гуманитарный уклон) и Tech (технический уклон). Расположение типов МИ на гистограммах в программе ВибраМИ предполагает, что с 1 по 6 типы МИ соответствуют техническому профилю, а с 7 по 12 — гуманитарному.

Прогнозирование успеваемости студентов на основе исследования профилей МИ успешных студентов

Как показали исследования студентов 2017–2019 годов, вполне реальна методика профориентации, когда при выборе вуза профили МИ абитуриентов сравниваются с профилями МИ успешных студентов той или иной специальностей выбранного вуза.

Рассмотрим профили МИ студентов, разделив их группы по степени успешности сдачи сессий и по критерию технического или гуманитарного МИ. По степени успешности сдачи сессии выделим три уровня: сдавшие сессию на 5 и 4 (рис. 3), сдавшие сессию со средним баллом немного выше 4, и не сдавшие сессию или сдавшие ее после дополнительной сессии.

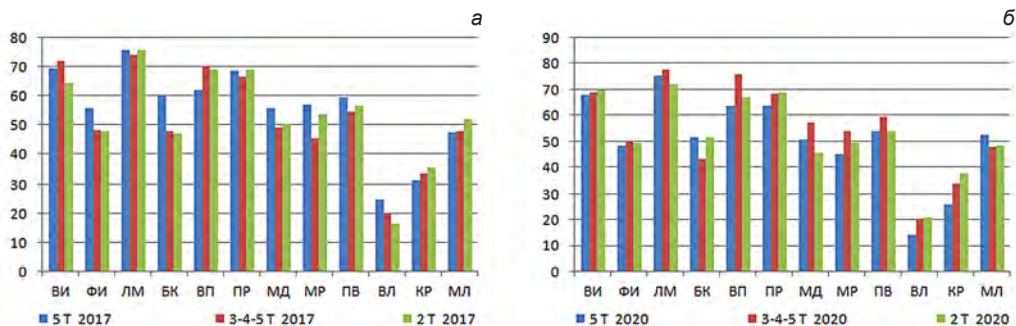


Рис. 3. Профили МИ успеваемости студентов с техническим МИ: а — в 2017 по 1-й сессии; б — в 2020 по 3-м сессиям

По результатам зимней сессии число отличников в 2017 году составляло 25 (из них 11 с техническим МИ и 14 с гуманитарным МИ). А вот к весенней сессии 2020 года число отличников по результатам двух сессий выросло до 41 (из них 23 с техническим уклоном МИ и 18 с гуманитарным МИ). Но к зимней сессии 2020 года число отличников по результатам уже трех сессий вновь сократилось до 12 (из них 3 с техническим МИ и 9 с гуманитарным МИ).

Такие колебания числа отличников вполне объяснимы тем, что результаты первой сессии не дают 100% выявления «успешных студентов», и реальные способности к техническим наукам у гораздо большего числа студентов проявляются по мере появления новых дисциплин технического уклона и развития ими своих

способностей. А так же тем, что в 2020 году обе сессии сдавались дистанционно, а такая форма обучения и сдачи экзаменов и курсовых работ резко отличается от обычного учебного процесса.

Как видно из статистики, число отличников с гуманитарным уклоном за три года изменилось незначительно, кто был в отличниках изначально, тот им и остался. И профили МИ отличников (рис. 4) также изменились незначительно. Следует отметить только увеличение у студентов-гуманитариев внутриличностного МИ, это легко объяснимо, т. к. к старшим курсам возрастает необходимость к самостоятельной работе, сосредоточенности, в нужный момент «заставить себя» выполнять то, что от них требуется.

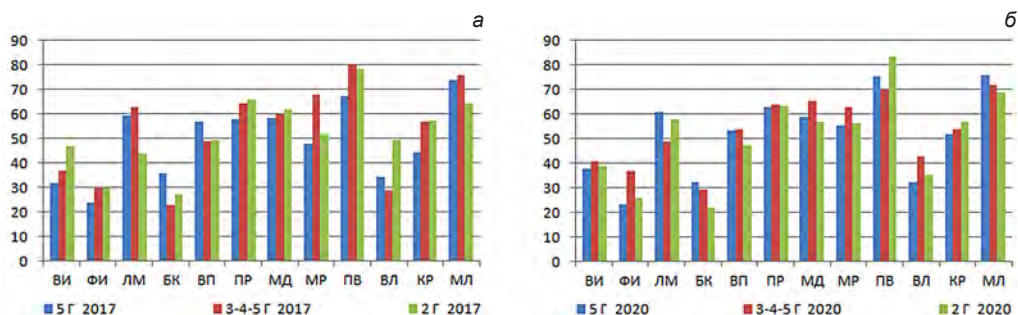


Рис. 4. Профили МИ успеваемости студентов с гуманитарным МИ:
а — в 2017 по 1-й сессии; б — в 2020 по 3-м сессиям

Анализ формы профиля МИ у студентов «отличников» с техническим уклоном меняется от сессии к сессии незначительно (рис. 5), единственно что следует отметить заметное уменьшения «неосновных» для специальности МИ (философского, бизнес-коммерческого, музыкально-ритмического и вербально-лингвистического МИ) по сравнению с первой сессией. Это можно объяснить тем, что у «отличников» более поздних сессий, когда уже пошли дисциплины по специальностям, они не являются «основополагающими» (или «успешная учеба» или «успешный бизнес и творчество»).

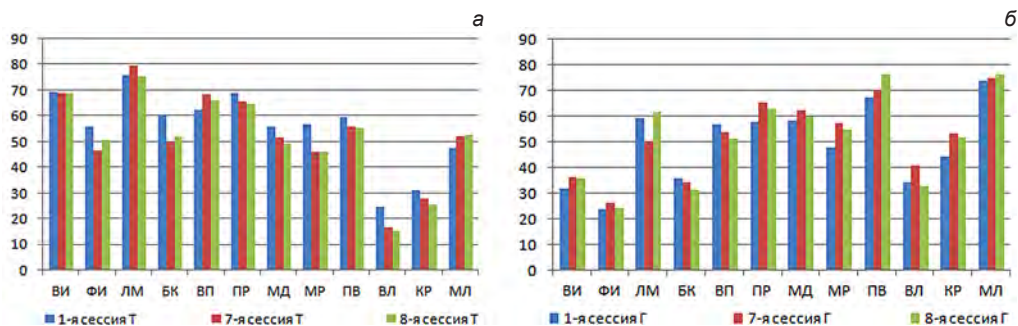


Рис. 5. Профили МИ «успешных» студентов в разные сессии:
а — с техническим МИ; б — с гуманитарным МИ

А вот у формы профиля МИ у студентов «отличников» с гуманитарным уклоном присутствует рост параметров МИ на старших курсах. Это объясняется тем, что чтобы удержаться среди «отличников в техническом вузе» гуманитариям надо постоянно развивать свои способности. В первой сессии им хватило «школьного запаса», а вот дальше надо прилагать усилия.

Чтобы постоянно успешно сдавать сессии для студентов с техническим уклоном (рис. 6) требуется высокие показатели ЛМ, ПР, МР, ПВ, ФИ. «Остается» отличником только сильнейший.

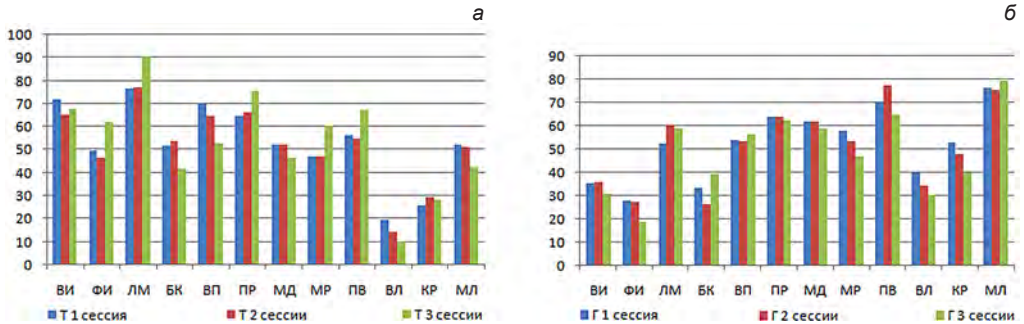


Рис. 6. Профили МИ «успешных» студентов по количеству «успешных» сессии: а — с техническим МИ; б — с гуманитарным МИ

А вот у студентов-отличников с «гуманитарным» МИ от сессии к сессии отмечается рост профилей «технических» МИ (ЛМ, БК, ВП) и снижение профилей «гуманитарных» МИ (МР, ПВ, ВЛ, КР). Чтобы оставаться успешным в техническом вузе студентам «гуманитариям» надо развивать именно «технические» профили МИ.

Применение нейронной сети

По результатам успеваемости за три сессии все студенты были разделены на 10 групп с учетом из успеваемости за три сессии и в каждой сессии отдельно.

В таблице 2 приведены расчеты коэффициентов корреляции Пирсона успеваемости студентов за три сессии и их отдельных профилей МИ.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции Пирсона

	ВИ	ФИ	ЛМ	БК	ВП	ПР	МД	МР	ПВ	ВЛ	КР	МЛ
Корреляция	-0,023	-0,073	0,005	-0,002	0,026	-0,109	0,007	-0,010	0,067	-0,033	-0,011	-0,029

Результат получился отрицательный, т. е. по отдельности каждый профиль МИ не определяет успешность в обучении студента. Данный факт в очередной раз подтверждает ранее выдвинутую гипотезу о том, что по степени выраженности одного из типов МИ нельзя делать заключение о наличии способностей к техническим или гуманитарным наукам.

Для обработки результатов с учетом всех профилей МИ была разработана обучаемая нейронная сеть с достаточно простой структурой: это сеть прямого распространения с одним скрытым слоем нейронов, во входном слое 14 нейронов, в скрытом слое 7 нейронов, в выходном слое 1 нейрон. В качестве входных параметров были использованы значения параметров профиля МИ человека. После обучения сеть разбраковала исходные данные с точностью 100%.

Коэффициент корреляции Пирсона между результатами 3-х сессий и расчетными показателями нейронной сети (рис. 7) составил всего минус 0,16, что говорит о достаточно слабой зависимости (почти полным ее отсутствии).

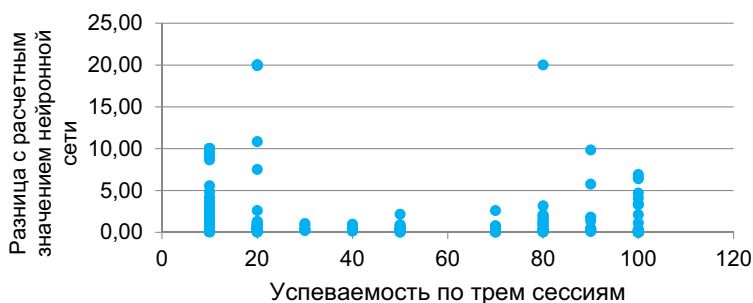


Рис. 7. Зависимость успеваемости от погрешности обучения нейронной сети

Больше всего разница с расчетным значением наблюдается у студентов, которые были отчислены — 9 человек (успеваемость на рисунке 10 баллов) и студентов, которые постоянно имеют задолженности — 5 человек (успеваемость на рисунке 20 баллов). Для этих студентов нейронная сеть выставляет итоговый результат 0, т. е. это точно «неуспевающие студенты».

Среди успевающих студентов большая разница всего у двух человек. У одной студентки в первой сессии были две «3», а остальные сессии без троек (успеваемость на рисунке 80 баллов), но сеть считает ее потенциально «круглой отличницей», выставляя 100 баллов. И у второго студента в одной из сессий была единичная «3», а остальные сессии без троек (успеваемость на рисунке 90 баллов), и сеть тоже оценила его потенциально «круглым отличником» выставляя 100 баллов.

При обработке данных 15 студентов, которые были отличниками на первой сессии, но затем снизили успеваемость, сеть только 4-х из них оценивает, как способных сдать единичную сессию без троек, а у остальных определяет средний балл ниже «4». Таким образом, можно сделать вывод, что обученная нейронная сеть достаточно адекватно анализирует успеваемость студентов, учитывая потенциал их способностей.

Обсуждение результатов и выводы

Итак, какие можно сделать выводы, проанализировав полученные данные:

1. Порог с уровнями МИ для «успешных» студентов из таблицы 1 выставлен правильно, все последующие исследования это подтверждают.

2. У успешных студентов, которые остаются успешными на протяжении нескольких сессий, должны быть показатели технических профилей МИ выше установленного предела. Студентам гуманитариям с высокими показателями гуманитарных профилей МИ значительно сложнее быть успешными в техническом вузе и особенно на старших курсах, где преобладает число технических дисциплин.

4. Обученная нейронная сеть достаточно адекватно анализирует успеваемость студентов, учитывая потенциал их способностей.

5. Проведенное тестирование с обработкой результатов с помощью нейронной сети показало перспективность оценки успешности студентов с помощью программы ВибраМИ.

6. Полученные результаты успеваемости за последние две сессии требуют «уточнений» с контролем успеваемости на следующих сессиях. Дистанционное обучение в 2020 году внесло ряд дополнительных «неопределенностей» в итоговые результаты сессии, т. к. невозможно достоверно установить насколько студент сам делал курсовые работы, насколько понятно излагает материал преподаватель и насколько понятен он обучаемому. Очная встреча на экзамене всегда более объективно отражает оценку, т. к. преподаватель может дополнительно оценить не только знания студента по выбранному билету, но и то как он мыслит, рассуждает, предлагает нестандартные пути решения поставленной задачи. При дистанционной сдаче экзамена или курсового проекта преподаватель в силу технических ограничений диалога может и не дойти до дополнительных вопросов, повышающих итоговую оценку. А перед студентом ставится задача не только правильно ответить на вопрос, но и ответить «языком», который примет преподаватель, и за ограниченное время, отведенное на ответ.

7. В будущих исследованиях необходимо значительное увеличение размера баз данных студентов и контрольной группы (успешные студенты) для переноса полученной точности на произвольную выборку испытуемых.

Литература:

1. Акимов, В. А., Мартынов, О. Е. и др. (2018) Прогнозирование успеваемости студентов по результатам тестирования множественного интеллекта с помощью технологии виброизображения и программ ВибраМИ, Тр. 1-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 28–29 июня 2018 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 62–69. <https://doi.org/110.25696/ELSYS.VC1.RU.8>
2. Акимов, В. А., Мартынов, О. Е. и др. (2019) Прогнозирование успеваемости студентов по результатам тестирования множественного интеллекта с помощью технологии виброизображения и программ ВибраМИ, Тр. 2-й международной научно-технической конференции:

- Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2019 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 128–134. <https://doi.org/110.25696/ELSYS.VC2.RU.16>
3. Акимов, В. А., Мартынов, О. Е. и др. (2020) Прогнозирование успеваемости студентов по результатам тестирования множественного интеллекта с помощью технологии виброизображения и программ ВибраМИ (продолжение), Тр. 3-й международной научно-технической конференции: Современная психофизиология. Технология виброизображения. 25–26 июня 2020 г., Санкт-Петербург, Россия, С. 91–103. <https://doi.org/110.25696/ELSYS.11.VC3.RU>
 4. Минкин, В. А. (2007) Виброизображение. СПб.: Реноме. 108 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007>
 5. Минкин, В. А., Николаенко, Я. Н. (2017) Виброизображение и множественный интеллект. СПб.: Реноме, 156 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VIMI.2017>
 6. Минкин, В. А. (2020) Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме. 164 с. <https://doi.org/10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020>
 7. VibraMI10 (2018) Система психофизиологического профайлинга. Программное обеспечение, Руководство по эксплуатации, Версия: ВибраМИ10 [Электронный ресурс]. СПб.: МП «Элсис», 2016. URL: <http://psymaker.com/downloads/VibraMI10Ru.pdf> (дата обращения: 15.03.2021).