

Е. А. Орел

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕЛЛЕКТА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММИСТОВ

Статья посвящена исследованию особенностей интеллекта специалистов в области информационных технологий. В качестве объекта исследования была выбрана базовая для данной группы профессий специальность — программист. Строится усредненный профиль интеллекта для представителей этой профессии и сравнивается с профилем интеллекта бухгалтеров — профессии, принадлежащей к той же группе «человек—знаковые системы». Полученные результаты интерпретируются, исходя из особенностей каждой профессиональной деятельности.

Ключевые слова: психология программирования, программисты, особенности специалистов в области информационных технологий, интеллект, вербальные способности, логическое мышление, эрудиция.

Контекст исследования. Психология программирования — это наука о действиях человека, работающего с вычислительными и информационными системами (Шнейдерман, 1984). Изучение психологических особенностей программистов началось практически с того момента, как появилась эта сфера профессиональной деятельности. Однако нельзя сказать, что обилие исследований 1970—80-х гг. поставило точку в вопросе об интеллектуальных свойствах, важных для профессионального программиста. Прогресс в области компьютерной техники предъявляет все новые требования к профессионалам, заставляя их осваивать новые технологии и приемы работы. Соответственно меняются и качества, способствующие успеху в этой работе. Ввиду изменения самой предметной области современный исследователь вполне может получить данные, противоречащие результатам предыдущих изысканий.

Мнения специалистов по поводу наличия тех или иных способностей, определяющих успешность деятельности программиста, являются предметом дискуссии. Поскольку и профессия сама по себе приобретает все большую популярность, и некоторые зачатки знаний в области программирования становятся необходимыми для простого пользователя, интерес к тому, какими качествами нужно обладать, чтобы хорошо писать программы, не угасает.

По общему признанию, профессия программиста требует высокого уровня интеллекта. Чаще всего подчеркивается необходимость таких качеств, как способность к абстрагированию и пониманию отношений между элементами, гибкость мышления, критичность,

склонность к планированию, анализу и систематической работе, готовность пополнять знания и переучиваться; признаются существенными и вербальные, и невербальные компоненты мышления. На качественно различных этапах работы программиста (анализ задачи, составление блок-схемы, разбиение на модули, кодирование, отладка, стыковка модулей, документирование, сопровождение и т.п.) перечисленные свойства представлены в разных соотношениях (Бабаева, Войскунский, 2003; Орел, 2005). Столь же устоявшимся является мнение о том, что для успеха в данной деятельности нужно обязательно обладать хорошими математическими способностями.

По этому поводу приведем несколько высказываний профессиональных программистов и попытаемся проинтерпретировать его с психологической точки зрения. Э. Дijkstra различает логическое рассуждение (*reasoning*) и неформализуемое обдумывание, или размышление (*pondering*), т.е. выдвигает тезис о двух типах мышления, которые «работают» на разных этапах решения профессиональной задачи (Dijkstra, 1976). Г.С. Цейтин пишет о том, что *не* является ключом к успешному составлению программ: «Тезис о математическом характере знаний, лежащих в основе программирования, очевиден лишь для математических применений ЭВМ; в общем случае можно сомневаться в первичности математического знания по отношению к программированию» (Цейтин, 1979, с. 129). А.П. Ершов (1972) также отрицает приоритет математических способностей. Он признает их полезными, а необходимыми считает инженерные навыки. В качестве психологических составляющих «инженерных навыков» можно выделить аналитические способности, пространственное мышление, математические способности и пр. (Скрыпник, 1988), т.е. довольно широкий перечень качеств, свойственных профессиям технической направленности.

Гораздо более конкретен в психологическом плане Чарльз Уэзрел, который в предисловии к своему учебнику «Этюды для программистов» (1982) приводит список способностей, необходимых для успешной разработки программного обеспечения. Большая часть из них относится к аналитическому и синтетическому типам мышления (умениям анализировать и обобщать информацию), причем один из пунктов определяется как *вербальные способности*, т.е. умение строить грамматически правильные, простые и понятные выражения, а на каком языке — искусственном или естественном — это значения не имеет. Как видно из приведенного набора мнений, для программистов вопрос о качествах, способствующих эффективной профессиональной деятельности, не актуален. И в этом нет ничего неожиданного.

По поводу профессионально важных качеств программиста высказывались и психологи. Например, Ш. Текл различает «мягкий» и «жесткий» стили работы программиста. Первый — художественный, несистематический, с неравномерной проработкой деталей, а вто-

рой — технологичный, систематический, тотально контролирующийся ход вычислительных процессов (Turkle, 1984). Обсуждая это исследование, Ю.Д. Бабаева и А.Е. Войскунский (2003) пишут, что данные стили соответствуют несовпадающим требованиям к степени «прозрачности» вычислительных процессов. Они обращают особое внимание на то, что Ш. Текл правомерно соотносит выделенные стили программирования с показателями внутреннего/внешнего локуса контроля и с некоторыми разновидностями когнитивного стиля (а именно полезависимостью/полenezависимостью). Полenezависимые субъекты (аналитики), по данным Ш. Текл, встречаются среди программистов чаще, чем полезависимые (синтетика). Более подробное исследование индивидуальных стилей деятельности программистов, возможно, еще предстоит реализовать.

Существуют также модели психической деятельности программиста. Наиболее известны модели Б. Шнейдермана (1984) и Т.В. Корниловой и О.К. Тихомирова (1990). Обобщая данные, приведенные в этих работах, можно сказать следующее. Бен Шнейдерман предлагает практически ориентированную модель, четко описывает структуру мышления, но не выходит за эти рамки. В отличие от нее, модель Т.В. Корниловой и О.К. Тихомирова исходит из структуры и специфики деятельности в диалоге с компьютером и описывает ее когнитивную и мотивационную составляющие, однако не дает четкого представления о том, какие психологические особенности субъекта способствуют его успеху в программировании.

С целью выявления факторов интеллекта, влияющих на успешность в программировании, мы провели сравнительное исследование выраженности разных интеллектуальных способностей в трех группах респондентов.

Характеристика респондентов. Экспериментальная (Э) группа формировалась на основе биографического интервью. В нее вошли профессионально успешные программисты, имеющие соответствующее образование и стаж работы по специальности не менее 3 лет (1 женщина и 13 мужчин в возрасте 23—34 лет).

Первую контрольную (К1) группу составили сотрудники нескольких региональных филиалов крупной российской компании, профессионально занимающиеся бухгалтерией и финансовым управлением (1048 человек в возрасте 23—67 лет). Эта профессия была выбрана для сравнения с программистами по двум причинам. С одной стороны, она тоже входит в группу профессий «человек—знаковые системы» (Климов, 1974, 1995); с другой стороны, специалисты в этих областях имеют дело с разными типами знаков: бухгалтеры — с числами и различными операциями с ними, программисты — с искусственными языковыми системами. Соответственно, у представителей этих профессий при всех описанных выше сходствах можно выявить и различия в типе мышления.

Вторую контрольную группу (К2) образовали пользователи сети Интернет (305 человек). Из этой выборки были исключены респонденты, имеющие отношение к бухгалтерии и профессиональному программированию. На данной группе рассчитывались нормы для нашего исследования. Возможность привлечения подобной группы к психологическим исследованиям неоднократно подтверждена (Жичкина, 2000; Науменко, Орел, 2005; Ромек, Сатин, 2000; Сатин, 2000).

Методика. В исследовании применялся комплексный компьютеризированный тест интеллекта I-Stayer, разработанный совместно с А.Г. Ларионовым и Е.А. Куприяновым под руководством А.Г. Шмелева. В этом тесте оценивались (в скобках — названия соответствующих субтестов): 1) математические способности («Вычисления»), 2) вербальные способности («Лексика»), 3) эрудиция («Эрудиция»), 4) пространственное мышление («Визуальная логика»), 5) логическое мышление («Формальная логика»). Каждый субтест содержал по 20 вопросов, время на их выполнение ограничивалось: на 1-й давалось 15 мин., на 2-й — 11, на 3-й — 7, на 4-й — 11, на 5-й — 16 мин. Тестирование проводилось с помощью компьютерной программы Delta-2001, что позволило точно фиксировать время и обрабатывать результаты.

Обработка. Для поиска различий между группами использовался t-критерий Стьюдента. При обработке результатов тестирования всех трех групп проводилась линейная стандартизация. Сырые баллы по тесту переводились в стандартную шкалу IQ (среднее — 100, стандартное отклонение — 15). Поскольку линейная стандартизация приближает распределение баллов к нормальному, а шкала IQ является шкалой интервалов, применение t-критерия вполне возможно. Кроме того, этот критерий более чувствителен к различиям между выборками, чем, например, близкий к нему по назначению непараметрический критерий Манна—Уитни, а также обладает хорошей чувствительностью к различиям на малых размерах выборок: его применение на группах из 15 испытуемых дает 85% мощности (Aron, Aron, 1999; Van Voorhis, Morgan [WWW document]).

Результаты и обсуждение

Из табл. 1, где приведены результаты сравнения Э-группы (программисты) и К1-группы (бухгалтеры) по t-критерию Стьюдента, видно, что программисты показали более высокую, чем у бухгалтеров, выраженность вербальных способностей и эрудиции, а у бухгалтеров обнаружен более высокий, чем у программистов, уровень математических способностей¹.

¹ К сожалению, оказалось невозможным сравнить результаты бухгалтеров и программистов по субтесту «Формальная логика», так как при сохранении данных группы К1 произошла ошибка, из-за которой всем бухгалтерам был приписан одинаковый балл.

Таблица 1

Результаты сравнения Э-группы (программисты) и К1-группы (бухгалтеры) по t-критерию Стьюдента для независимых выборок

Субтест	Значение t-критерия	Средние по группам		Значимые различия
		Э	К1	
Общий балл	0.848	Э	101.00	Нет
		К1	101.40	
Вычисления	0.000	Э	95.35	В пользу К1
		К1	105.70	
Лексика	0.000	Э	110.31	В пользу Э
		К1	100.24	
Эрудиция	0.049	Э	104.90	В пользу Э
		К1	95.70	
Визуальная логика	0.628	Э	98.85	Нет
		К1	97.48	

Выраженность того или иного показателя в одной группе по сравнению с другой определяется сравнением среднегрупповых значений. Из табл. 2, где приведены результаты сравнения Э-группы (программисты) и К2-группы (пользователи Интернета), видно, что программисты демонстрируют более высокую выраженность вербальных способностей и логического мышления, а также на уровне тенденции у них зафиксирован более высокий уровень эрудиции, чем у фоновой группы пользователей Интернета. Последние, в свою очередь, показали более высокий, чем у программистов, уровень математических способностей.

Итак, по результатам тестирования можно отметить следующие свойства интеллекта, которые выделяют программистов из других групп респондентов. Это *вербальные способности, логическое мышление и эрудиция*.

И еще один интересный факт обнаружен в нашей работе: программисты демонстрируют более низкий, по сравнению с двумя контрольными группами, **уровень математических способностей**. Этот результат позволяет нам согласиться с утверждениями Г.С. Цейтина (1979) и А.П. Ершова (1972) о том, что приоритет математических знаний по отношению к программированию очень спорен. Преимущество К1-группы над Э-группой не вызвало у нас удивления, поскольку бухгалтерия предполагает постоянную работу с цифрами и умение быстро провести в уме простейшие вычисления. Куда более удивительным оказалось то, что лучшие способности к вычислению продемонстрировала выборка случайных пользователей.

Неуспех программистов в тесте на вычисления может объясняться особенностями их профессиональной деятельности. Программистам довольно редко приходится самостоятельно проводить в уме сложные расчеты. При составлении программы им гораздо важнее знать, *как считать*, а реализация алгоритма вычисления обычно поручается

Результаты сравнения Э-группы (программисты) и К2-группы (пользователи Интернета) по t-критерию Стьюдента для независимых выборок

Субтест	Значение t-критерия	Средние по группам		Значимые различия
		Э	К2	
Общий балл	0.639	Э	101.00	Нет
		К2	100.01	
Вычисления	0.027	Э	95.35	В пользу К2
		К2	100.08	
Лексика	0.004	Э	110.31	В пользу Э
		К2	100.13	
Эрудиция	0.118	Э	104.90	На уровне тенденции в пользу Э
		К2	99.90	
Визуальная логика	0.505	Э	98.85	Нет
		К2	100.02	
Формальная логика	0.000	Э	111.50	В пользу Э
		К2	99.93	

машине. Можно предположить, что навык устного счета (а по условиям тестирования пользоваться вспомогательными материалами запрещалось) не является для программистов актуальным, так как не востребован в их профессиональной деятельности.

Итак, *в нашем исследовании подтверждается тезис Г.С. Цейтина о нематематическом характере знаний, лежащих в основе программирования* (Цейтин, 1979, с. 129).

По шкале «Лексика» получены данные, свидетельствующие о том, что уровень *вербальных способностей* у программистов выше, чем у бухгалтеров и у случайно отобранных пользователей Интернета. Напомним, что под вербальными способностями мы понимаем богатый словарный запас, гибкое и скоростное построение фраз, высокую грамотность, языковую культуру, чувство языка. Обычно считается, что высокий балл по шкале вербальных способностей связан с высоким общим уровнем интеллекта, а также является предпосылкой к легкому усвоению иностранных языков.

Как уже было сказано выше, программирование относится к группе профессий «человек—знаковая система», основная характеристика которой заключается в преобладании условно-знаковой фиксации опыта, абстрактно-логического мышления. Отличительная особенность этого типа профессий в том, что работники имеют дело не с реальными объектами окружающего мира, а с их «заместителями» в виде знаковых систем. Программисты в своей деятельности постоянно оперируют искусственными языковыми системами. Причем профессиональный программист, как правило, владеет несколькими языками программирования и, случается, ведет несколько проектов на разных языках. Каждый язык программирования имеет свою

собственную грамматику (хотя некоторые языки во многом сходны, но везде есть свои тонкости). Соответственно, специалисту важно держать в голове всю структуру того языка, на котором он пишет, и уметь переключаться с грамматики на грамматику во время работы. Компиляторы² способны «отловить» только самые грубые грамматические ошибки в программе (пропущенные знаки препинания, названия известных операторов). Но помимо грамматики нужно соблюдать и корректность формулировок команд. Еще один важный фактор, влияющий на скорость работы программы, — ее компактность. Чем яснее и короче программист сумел изложить систему команд, тем быстрее она будет работать. Поэтому ему важно уметь строить максимально емкие команды минимальными средствами.

На подготовительном этапе, при разработке алгоритма будущей программы, программисты используют особые схемы, которые, по своей психологической сути, являются системами знаков. В этих схемах обозначаются отдельные блоки программы и кодируются связи между ними; типов связей может быть несколько, соответственно им даются разные обозначения (Иванова, 2002; Кнут, 2000). Схемы в программировании являются представителями (заместителями) процессов, которые обеспечивают работу программы, т.е. они представляют явление или процесс внутри программы. Для того чтобы работать с этими схемами, нужны специальные знания, зафиксированные в профессиональном сообществе программистов. Следовательно, с одной стороны, эти схемы все же имеют социальную природу, а с другой — для их понимания и использования необходимы специальные знания. Это считается основным свойством знака (см.: Большой психологический словарь, 2003, с. 175). Логика программных процессов, отражаемая в схеме программы, не зависит от того, как эта схема изображена: если при составлении карты важно соблюдать пространственные соотношения объектов, то для понимания схемы (как системы знаков) не важно, как они изображены, важны блоки и связи между ними.

Из полученных результатов (преобладание у программистов высоких баллов по шкале «Лексика» и найденные различия по этой шкале между ними и контрольными группами) нельзя сделать вывод о причинах полученных фактов. С одной стороны, возможно, что изначальный более высокий уровень вербальных способностей позволяет добиться больших успехов в профессии (а то, что работа получается и виден конкретный результат, является для многих хорошим мотиватором к тому, чтобы продолжить обучение и работу в этом направлении, особенно на этапе выбора профессии). С другой стороны, специфика труда такова, что постоянная работа с

² Компилятор — программа, преобразующая текст, написанный на языке программирования (алгоритмическом языке), в программу, состоящую из машинных команд. Компилятор создает законченный вариант программы на машинном языке.

языком, со знаковыми системами, а также особые требования к точности и грамматической правильности текста программы неизбежно будут развивать вербальные операции специалиста.

Таким образом, полученные нами данные подтверждают предположение о том, что *развитые вербальные способности играют существенную роль в структуре интеллекта профессионального программиста.*

По шкале «Эрудиция» программисты также показали более высокие результаты, чем бухгалтеры и пользователи Интернета. Одна из наиболее важных характеристик программирования как области деятельности — динамичность. Здесь очень быстро меняются технические средства, технологии, способы труда. Раз в несколько лет могут происходить довольно существенные изменения, которые влияют на всю работу в целом. Это означает, что на протяжении профессиональной жизни специалиста кардинальные изменения в его области могут происходить не единожды. И, следовательно, чтобы сохранить статус специалиста, продолжать успешно работать, программист должен постоянно следить за новинками в своем профессиональном мире, осваивать их, применять на практике.

Эрудиция как свойство интеллекта отражает способность человека проявлять познавательную активность. Причем обычно она распространяется не только на ту довольно узкую предметную область, в которой работает человек, но и на окружающий мир в целом. Поэтому общая эрудиция показывает, насколько ему интересен мир за пределами его жизненных потребностей. Следовательно, по полученным нами данным можно сделать вывод, что проявления познавательной активности способствуют успешности в программировании, так как этот вид активности необходим, чтобы следить за происходящим в своей предметной области.

Заметим, что бухгалтерия как область человеческой практики, возможно, не менее динамична (если учесть постоянное появление новых законов и правил работы), однако более однообразна. Бухгалтеры обычно работают в рамках одного-двух «участков» (банки, основные средства, кредитный контроль), внутри которого знают все и следят за изменениями внутри него. С программистами картина несколько иная: программист, владеющий только одной-двумя технологиями, — большая редкость. Обычно программист умеет работать с несколькими языками, в различных средах и решать разнонаправленные задачи. Все эти умения диктуются особенностями профессии: если бухгалтеры в компании ведут один или два участка постоянно и для них всегда есть работа, то нанимать отдельного программиста для решения каждой задачи экономически невыгодно.

Таким образом, *эрудиция, как форма проявления познавательной активности также в большей степени свойственна профессиональным программистам, нежели бухгалтерам.*

По шкале «Формальная логика» мы имели возможность сравнить только результаты групп Э и К2. Здесь программисты показали свое преимущество перед пользователями Интернета. Мы оцениваем этот результат как наиболее предсказуемый и подтверждающий мнение других авторов (Уэзрел, 1982; Dijkstra, 1976), включающих логическое мышление в состав интеллектуальных качеств, существенных для программистов. Несмотря на то что мы опираемся на результаты только одной статистической процедуры, мы считаем возможным сделать вывод, что *логическое мышление — важная составляющая структуры интеллекта программиста.*

Стоит добавить, что такой результат отражает текущее состояние программирования и вряд ли может быть экстраполирован на более ранние этапы его развития. Что касается того, насколько актуальным он окажется в будущем, можно предположить, что, учитывая тенденции развития профессии на сегодняшний день, профиль интеллекта специалиста в программировании будет все сильнее сдвигаться в сторону обладания вербальных способностей и логического мышления.

На сегодняшний день существует устойчивая тенденция делегировать машине все большее количество функций, из которых, как из кирпичиков, строятся более сложные алгоритмы (Кнут, 2000). Работа программы описывается на более высоком уровне, который характеризуется, с одной стороны, большей обобщенностью (например, для того чтобы отсортировать объекты, не нужно писать сложную последовательность команд по поиску нужного объекта и вставке его на нужное место, а достаточно просто сказать в специальной среде программирования: «сортировать данные»), а с другой — большей свободой, так как появляется возможность мыслить более общими категориями. Языки такого типа называют «высокоуровневыми», и они все более и более приближаются к естественной логической записи (последовательность команд на этих языках отражает ход мысли программиста).

Работа с высокоуровневыми языками ведется в так называемой «среде программирования». К ним относятся, например, Delphi, которая, по сути, является средой для работы с языком Паскаль, или более современная Microsoft .Net (читается как «dot Net»). Среда как раз обеспечивает возможность перевода обобщенных команд к системе более частных, с которыми уже работает процессор. В противоположность им, на языках низкого уровня описываются команды напрямую процессору.

Все больше и больше программистов предпочитают работать с языками высокого уровня, так как работа с ними приближается к ходу мысли человека. Однако другой стороной этой медали является то, что низкоуровневые программисты ценятся выше, так как, в конечном итоге, только они способны эту свободу обеспечить, описав для процессора алгоритм преобразования данных из общей команды. В перспективе было бы интересно выявить различия психологических качеств этих групп специалистов.

Таким образом, по данным проведенного нами исследования структуры интеллекта профессиональных программистов можно сказать:

1. В структуре интеллекта профессиональных программистов особо выделяются вербальные способности, эрудиция и логическое мышление.

2. Выявленные нами особенности мыслительной деятельности программистов существенно отличаются от тех, которые проявляют бухгалтеры — представители другой профессии, относящейся к группе «человек—знаковые системы».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бабаева Ю.Д., Войскунский А.Е.* Одаренный ребенок за компьютером. М., 2003. Большой психологический словарь / Под ред. Б.Г. Мещерякова, В.П. Зинченко. М., 2003.
- Ершов А.П.* О человеческом и эстетическом факторах в программировании / Кибернетика. 1972. № 5.
- Жичкина А.Е.* О возможности психологических исследований в сети Интернет // Психол. журн. 2000. Т. 21. № 2.
- Иванова Г.С.* Основы программирования. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.
- Климов Е.А.* Путь в профессию. Л., 1974.
- Климов Е.А.* Образ мира в разнотипных профессиях. М., 1995.
- Кнут Д.* Искусство программирования. М.; СПб; Киев, 2000.
- Корнилова Т.В., Тихомиров О.К.* Принятие интеллектуальных решений в диалоге с компьютером. М., 1990.
- Науменко А.С., Орел Е.А.* Использование Интернет-технологий для проведения психологических исследований // Отечественная психология в контексте мировой науки и практики: Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2004». М., 2005.
- Орел Е.А.* Психологическая структура деятельности по созданию программного обеспечения // Личностно развивающее профессиональное образование: Материалы V Международной практической конференции. Часть III. Екатеринбург, 2005.
- Ромек В.Г., Сатин Д.К.* Сохранение надежности многофакторных тестов при их использовании в сети Интернет // Психол. журн. 2000. Т. 21. № 2.
- Сатин Д.К.* Интернет как среда проведения психологических исследований / Вторая Российская конференция по экологической психологии (Москва, 12—14 апреля 2000 г.). Тезисы. М., 2000.
- Скрыпник А.* Конструкторы // Мир профессий: человек—знаковая система. Т. 3. М., 1988.
- Уэззел Ч.* Этюды для программистов. М., 1982.
- Цейтин Г.С.* Нематематическое мышление в программировании // Перспективы системного и теоретического программирования / Под ред. И.В. Поттосина. Новосибирск, 1979.
- Шнейдерман Б.* Психология программирования. Человеческий фактор в вычислительных и информационных системах / Пер. с англ. А.И. Горлина, Ю.Б. Котова. М., 1984.
- Aron A., Aron E.N.* Statistics for psychology. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ, 1999.
- Dijkstra E.W.* A discipline of programming. Prentice-Hall, 1976.
- Turkle S.* The Second Self: Computers and the Human Spirit. N.Y., 1984.
- Van Voorhis C.W., Morgan B.L.* Statistical Rules of Thumb: What We Don't Want to Forget About Sample Sizes. University of Wisconsin — La Crosse (http://www.psichi.org/pubs/articles/article_182.asp).

Поступила в редакцию
28.03.06