Владимир
ПАРОНДЖАНОВ

ДРУЖЕЛЮБНЫЕ АЛГОРИТМЫ, ПОНЯТНЫЕ КАЖДОМУ

КАК УЛУЧШИТЬ РАБОТУ УМА БЕЗ ЛИШНИХ ХЛОПОТ

ДМК ПРЕСС
ИЗДАТЕЛЬСТВО

УДК 004.4
ББК 32.973.26-018.2
П18

Рецензенты:

Ю.И. Журавлев, академик РАН, Зам. Директора по научной работе Вычислительного центра имени акад. А.А. Дородницына РАН; Руководитель Секции прикладной математики и информатики Отделения математических наук РАН; Зам. Академика-секретаря Отделения математических наук РАН;

Ю.В. Трунов, доктор техн. наук, профессор, Зам. Генерального конструктора Научно-производственного центра автоматики и приборостроения имени акад. Н. А. Пилюгина;

В.В. Морозов, канд. техн. наук, Зам. Генерального конструктора Научно-производственного центра автоматики и приборостроения имени акад. Н. А. Пилюгина;

Я.В. Безель, доктор техн. наук, профессор, Генеральный конструктор Московского НИИ приборной автоматики;

В.П. Кутепов, доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры прикладной математики Московского энергетического института (Технического университета).

Пароджанов В.Д.

П18 Дружелюбные алгоритмы, понятные каждому. (Как улучшить работу ума без лишних хлопот). — М.: ДМК Пресс, – 464 с.: ил. 223

В книге излагаются новые полезные для практики идеи и достижения на стыке информатики, управления и психологии. Показано, что алгоритмы, сила ума, интеллектуальный комфорт и эффективность бизнеса тесно связаны. Дается общедоступный практический курс, помогающий ускорить разработку алгоритмов и программ, увеличить силу ума, упростить формализацию профессиональных знаний, облегчить проектирование сложной деятельности и бизнес-процессов. Курс основан на «дружелюбных» графических языках, обладающих удивительной наглядностью, «заставляющих» мозг мыслить отчетливо, глубоко и продуктивно.

Для всех, кто интересуется алгоритмами и хочет научиться выражать свои мысли и планы в форме дружелюбных и наглядных алгоритмических чертежей. Книга предназначена для начинающих и профессионалов.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-94074-606-5

© Пароджанов В. Д., 2010
© Оформление, издание ДМК Пресс, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....5

Часть I. Зачем нужен дружелюбный алгоритмический язык?.....17

Глава 1. Интеллектуальный терроризм: фантазия или реальность?.....19
Глава 2. Психологический подход к алгоритмам.....36
Глава 3. Можно ли создать алгоритмический язык, улучшающий понимание и взаимопонимание?.....42

Часть II. Знакомьтесь — дружелюбный алгоритмический язык ДРАКОН.....49

Глава 4. Изюминки языка ДРАКОН.....51
Глава 5. Эргономичные алгоритмы.....83
Глава 6. Визуализация цикличных алгоритмов.....129
Глава 7. Визуализация логических формул.....158
Глава 8. Что такое эргономичный текст?.....178
Глава 9. Визуальные операторы реального времени.....197
Глава 10. Дружелюбное программирование.....210

Часть III. Примеры алгоритмов для различных отраслей знания 223

Глава 11. Алгоритмы в медицине.....225
Глава 12. Алгоритмы в промышленности.....233
Глава 13. Алгоритмы в торговле.....243
Глава 14. Алгоритмы в атомной энергетике.....254
Глава 15. Алгоритмы в биологии.....269
Глава 16. Алгоритмы в сельском хозяйстве.....279
Глава 17. Алгоритмы в средней школе.....285
Глава 18. Алгоритмы и задачи государственного, муниципального и корпоративного управления.....296
Глава 19. Алгоритмы и формализация профессиональных знаний.....303

Глава 20. Рекомендации по использованию алгоритмических структур «силуэт» и «примитив»....321

Часть IV. Визуальный конструктор алгоритмов и формальное описание языка ДРАКОН....325

Глава 21. Визуальный конструктор алгоритмов (дракон-редактор)....327
Глава 22. Визуальный синтаксис языка ДРАКОН....339

Часть V. Теоретическое обоснование языка ДРАКОН....349

Глава 23. Визуальное структурное программирование....351
Глава 24. Исчисление икон....380
Глава 25. Что день грядущий нам готовит? (Проект преобразования алгоритмического языка)....391

Часть VI. Возможна ли эргономизация математики? История и эргономика математики и создание языка ДРАКОН....405

Глава 26. О чем говорят уроки истории? Анализ эргономичности алгебры Диофанта....407
Глава 27. Эргономизация математики. Обсуждение и примеры....425

Новое платье алгоритмов: взгляд в будущее (вместо заключения)....447

Литература....452

Предметный указатель....461

ВВЕДЕНИЕ

У каждого человека имеются огромные интеллектуальные ресурсы, из которых большинство людей использует лишь незначительную часть.

Давид Лассер

АЛГОРИТМЫ И ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ РАЗУМ

Мы живем в мире алгоритмов, но знаем о них удивительно мало. Многие люди всю жизнь пользуются алгоритмами, не догадываясь об этом. Между тем алгоритмы играют огромную роль в жизни общества. Они оказывают заметное влияние на эффективность экономики и уровень жизни.

К сожалению, многие алгоритмы и программы похожи на загадочный ребус. Они непонятны никому, кроме горстки их создателей. Непонимание порождает путаницу и досадные ошибки. Чтобы поправить дело, надо сделать алгоритмы «дружелюбными». Это позволит превратить алгоритмы-головоломки в наглядные алгоритмы-картинки, обеспечивающие *быстрое и глубокое понимание*. Глубина понимания сложных проблем — как раз то, чего всем нам (от студента до министра) ой как не хватает!

Дружелюбные алгоритмы пишут на **эргономичных** графических языках. Они создают повышенный интеллектуальный комфорт, улучшают работу ума, повышают продуктивность труда. С их помощью вы научитесь легко и быстро, затратив минимум усилий, решать сложнейшие проблемы. Проектировать сложную деятельность и бизнес-процессы. Формализовать свои профессиональные знания. Выполнять алгоритмизацию самостоятельно, без помощи программистов — по методу «программирование без программистов».

МАЛЕНЬКАЯ УВЕРТЮРА

Книга предназначена для всех, кто хочет упорядочить и улучшить работу своего ума. Она адресуется к работникам умственного труда всех профессий и специальностей: конструкторам и педагогам, технологам и врачам, агро-

номам и математикам, биологам и экономистам, психологам и нефтяникам, физикам и программистам и т. д.

Она может пригодиться тем, кто хочет научиться рисовать свои мысли и планы в виде наглядных и точных блок-схем. И разобраться, наконец, что же такое алгоритмы и почему они играют такую важную роль в развитии цивилизации и человеческого интеллекта.

У того, кто бегло пролистал книгу, может сложиться ложное впечатление, что она посвящена компьютерам и программированию. На самом деле это не так. Речь идет не о думающих машинах, а о думающих людях, о загадках и особенностях человеческого познания и интеллекта. О таинственных ловушках и подводных камнях, которые подстерегают нас в трудном плавании по безбрежным морям каждодневной умственной работы. О том, как найти спасительный маяк и прибыть к цели по кратчайшему маршруту.

В книге предлагается новое средство для облегчения и улучшения работы ума, которое можно использовать во многих, практически в любых областях умственной деятельности. Само по себе это средство не имеет никакого отношения к компьютерам. Поэтому его с успехом могут применять и те, кто не любит компьютеры, относится к ним с подозрением и опаской. Вам понадобятся карандаш, бумага и больше ничего. Короче говоря, это средство вполне пригодно для улучшения самой обычной (бескомпьютерной) умственной работы.

Впрочем, любители компьютеров выиграют еще больше, поскольку указанное средство может служить основой для создания новой мощной информационной технологии, которая принесет большую пользу и сейчас и в будущем.

Возможно, книга попадет в руки читателя, который хотел бы улучшить работу своего ума, но которого пугают или раздражают такие слова, как «алгоритм», «программа», «формализация». Этому горю нетрудно помочь. Сейчас мы сочиним шуточный словарик, который хотя и нарушает все каноны научной строгости, зато вполне понятен новичкам.

Легкомысленный словарик

Алгоритм — точное описание решения задачи, которое ведет к победе

Алгоритм — точно описанная последовательность человеческих действий

Алгоритм — точное и полное описание работы (деятельности), которое позволяет другим людям повторить эту деятельность фотографически точно, без малейших отклонений, и получить нужный результат

Визуальный алгоритм — алгоритм, изображенный не в виде текста, а в виде наглядной картинки

Визуализация алгоритма — преобразование алгоритма, который записан в виде плохого и непонятного текста, в хорошую и понятную картинку

Когнитивный — познавательный. Это неуклюжее словечко надо запомнить, так как оно будет попадаться на каждом шагу

Когнитивная психология — психология познавательных процессов

Программа — последовательность действий, которые человек ленится выполнять сам и поэтому поручает компьютеру или роботу

Формальный — математически строгий

Формальное описание — математически строгое, точное, однозначное и полное описание, лишенное пробелов и двусмысленностей

Формализация — превращение обычного (плохого) описания в формальное (хорошее)

Автоформализация — это когда человек выполняет формализацию сам, не обращаясь к помощи друзей, родственников и случайных прохожих

Формализация деятельности — точное описание правил, по которым выполняется деятельность. В ходе формализации необходимо разбить деятельность на отдельные действия, указать последовательность их выполнения, а также условия, при которых выполняется (или не выполняется) каждое действие. В результате формализации описание деятельности превращается в алгоритм

Алгоритмизация — то же самое, что формализация деятельности

Алгоритмизация — внесение порядка в царство анархии, устранение путаницы и разгильдяйства, наведение технологической дисциплины

Алгоритмизация — процесс создания алгоритма

Эргономика — наука о том, как превратить сложную, трудную и противную работу в простую, легкую и приятную

Когнитивная эргономика — наука о том, как облегчить и улучшить умственную работу

Эргономичный — дружелюбный

Эргономичный алгоритм — дружелюбный алгоритм

Эргономичный алгоритмический язык — дружелюбный и удобный в работе алгоритмический язык

Эргономизация алгоритма — превращение недружелюбного алгоритма в дружелюбный

Эргономизация алгоритмического языка — превращение недружелюбного алгоритмического языка в дружелюбный

Эргономизация образования — облегчение и улучшение учебной деятельности

ТРЕТИЙ ГЛАЗ ДЛЯ БИЗНЕСМЕНОВ И РУКОВОДИТЕЛЕЙ

Предположим, вы — крупный руководитель. Например, генеральный конструктор ракетно-космической корпорации. Или даже министр. Или, скажем, глава крупного банка, в котором несколько сотен мощных компьютеров перемалывают финансовую и иную информацию. Или, предположим, вы — главный инженер большого металлургического завода, где успешно действуют самые современные системы управления технологическими процессами. Возможно, вы возглавляете нефтяную компанию, железную дорогу или центр спутникового телевидения.

Гордость вашей организации, ее интеллектуальный костяк составляют золотые умы — квалифицированные специалисты, обладающие драгоценными профессиональными знаниями. В своей работе они используют компьютеры, объединенные в локальные и иные сети. В этой книге описан **практически полезный метод, позволяющий улучшить работу ума этих людей, чтобы увеличить их интеллектуальный вклад в процветание вашей частной фирмы или государственной организации.**

Речь идет о совершенно новой идее, которая, впрочем, уже прошла тщательную проверку в ряде частных случаев и показала хорошие результаты. Предлагаемая идея тесно связана с компьютерами и автоматизацией, но в то же время существенно отличается от них, так как объектом воздействия является не компьютер, а человеческий мозг.

Здесь уместны некоторые пояснения общего характера. Когда говорят об автоматизации, имеют в виду автоматизированные системы управления предприятиями, технологическими процессами, научными исследованиями, конструкторскими разработками, проектированием, программированием, финансовой деятельностью, войсками и множество других. В XX в. широкая волна компьютеризации и автоматизации охватила весь мир и принесла замечательные плоды. Общественное богатство увеличилось. Доля физического труда сократилась, умственного — возросла. В этот период были осознаны две важные истины.

1. Современный мир — продукт мысли и ума. В конечном счете, именно человеческий ум произвел все то, что мы видим и ощущаем вокруг себя. Цивилизация — это результат усилий человеческого ума.
2. В конкурентном мире успех деятельности фирм и организаций зависит от профессиональных знаний и интеллекта специалистов, от интеллектуального потенциала фирмы, от умения увеличить силу ума работников. Улучшение работы ума специалистов превращается в важнейшую, приоритетную задачу.

Здесь, однако, возникает проблема. Многие считают, что эта задача решается автоматически, сама по себе, вместе с улучшением образования и широким распространением компьютеров. Они полагают, что автоматизация умственного труда усиливает человеческий интеллект. По их мнению, чем совершеннее компьютеры, чем лучше их характеристики,

тем продуктивнее работает мозг. Чем больше сложных и интеллектуальных задач возлагается на машины, тем эффективнее решает свои задачи человеческий интеллект. Чем выше степень автоматизации умственного труда, тем лучше и эффективнее действует наш ум. Согласно этой логике, чтобы улучшить работу ума специалистов, нужно увеличить мощность компьютеров и сделать их более интеллектуальными.

Можно показать, что в этих рассуждениях скрыта тонкая и коварная ошибка. На самом деле автоматизация и улучшение работы ума — хотя и связанные, но *существенно разные вещи*. Творческая продуктивность человеческого мозга не зависит от мощности и других характеристик компьютеров. Она определяется совсем другими факторами.

Таким образом, налицо противоречие. С одной стороны, очевидно, что эффективность фирм и организаций зависит от силы ума специалистов. Поэтому повышение творческой силы интеллекта становится задачей первостепенной важности. С другой стороны, в настоящее время, насколько нам известно, отсутствуют эффективные методы интенсификации человеческого интеллекта, которые можно применить на практике с целью увеличения реальной отдачи фирм и организаций. Более того, задача улучшения работы ума специалистов не только не решена, но фактически даже не поставлена.

Данная книга, по-видимому, представляет собой первую в мировой литературе попытку четко сформулировать проблему улучшения работы ума, выявить ее тесную связь с алгоритмами, которые в огромном количестве населяют всемирную армию компьютеров и головы людей. Показать огромное влияние алгоритмов на человеческий разум. И продемонстрировать неуклонно растущую значимость проблемы «алгоритмы + разум» для повышения эффективности фирм и организаций.

НЕУДАЧНЫЕ ПРИКЛЮЧЕНИЯ АЛГОРИТМОВ В ОБЩЕСТВЕ ЗНАНИЙ

Мы живем в обществе знаний. Носителями профессиональных знаний являются специалисты, например, агрономы, нефтяники, микробиологи, технологи, экономисты, химики, врачи. Большинство указанных специалистов, как правило, далеки от программирования.

Парадокс в том, что эти люди прекрасно знают свою работу. Они четко знают последовательность выполняемых ими действий, то есть алгоритмы своей работы. Но они, увы, не знают, что их знания называются алгоритмами. Эти замечательные специалисты не умеют описывать алгоритмы. Они не умеют расчленять свои знания и выделять среди них алгоритмическую (процедурную) часть. Они не в состоянии выразить свои знания на бумаге в форме алгоритмов.

Хорошо ли это? Допустима ли подобная алгоритмическая неосведомленность?

УСТАРЕВШАЯ ТОЧКА ЗРЕНИЯ

На этот вопрос обычно отвечают так:

> Конечно, хорошо. Потому что существует разделение труда. Каждый должен заниматься своим делом. Алгоритмы — дело математиков и программистов. А нефтяники, химики, врачи и экономисты совершенно не обязаны знать алгоритмические тонкости. У них, слава богу, своих забот выше крыши!

Данная точка зрения требует непредвзятого анализа. Прежде всего, надо ответить на вопрос: В чем причина повсеместно распространенной алгоритмической неграмотности? Неграмотности подавляющего большинства специалистов?

Ответ лежит на поверхности. Дело в том, что нынешние алгоритмы (используемые во всем мире) имеют серьезный дефект. Они *чрезычайно трудны для понимания.*

Поэтому существующая практика изучения, разработки и эксплуатации алгоритмов является неудовлетворительной. Она требует неоправданно больших затрат труда и времени. Эти трудозатраты настолько велики, что во много раз превышают реальные резервы времени, которыми располагают люди.

Алгоритмическая неграмотность специалистов-непрограммистов объясняется тем, что в современных условиях изучение алгоритмов является слишком сложным и даже непосильным делом. Поэтому работа с алгоритмами для подавляющего большинства профессионалов оказывается невозможной.

Это плохо. Алгоритмическая неграмотность многих умных людей неблагоприятно отражается на развитии общества.

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ТРУДНА. МОЖНО ЛИ СДЕЛАТЬ ЕЕ ЛЕГКОЙ?

Повторим главную мысль. Нынешние алгоритмы, как правило, недружелюбны. Это обстоятельство ставит непреодолимый барьер и не позволяет перейти к массовому овладению алгоритмизацией.

К счастью, ситуацию можно изменить. Алгоритмы можно и нужно сделать дружелюбными. Как только это случится, ситуация в корне изменится.

Ниже мы предложим более удобную форму записи алгоритмов (но не данных).

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ — ЭТО ТРУД

Чтобы прояснить проблему, сделаем несколько замечаний.

- Разработка алгоритмов — это труд, производительность которого