ПИТ 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЁВА»

МЕЖДУНАРОДНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ АКАДЕМИЯ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ (САМАРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ)

САМАРСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ НАУЧНОГО СОВЕТА ПО ПРОБЛЕМАМ МЕТОДОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА РАН

Международная научно-техническая конференция

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Advanced Information Technologies and Scientific Computing

14 – 16 апреля 2018 г.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Электронное издание

СГАУ

САМАРА, 2018

Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Электрон. текстовые и граф. дан. (34,4 Мбайт). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2018. – 1424 с. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Advanced Information Technologies and Scientific Computing (PIT 2018) [Online]: Proceedings of the International Scientific Conference / Ed. S.A. Prokhorov, Russia, Samara: Samara Scientific Center of RAS, 2018. – 34,4 Mb. – 1424 p.

ISBN 978-5-93424-817-9

В сборник научных трудов включены доклады Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии – 2018», проходившей с 14 – 16 апреля 2018 г. в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королева.

Рассмотрены актуальные проблемы создания автоматизированных систем научных исследований, интеллектуальных информационных систем, технологий информационной безопасности, информационных технологий в медицине, информационных технологий высоко-производительных вычислений, телекоммуникаций, информационных технологий на транспорте, методик обучения и компьютерных обучающих программ, моделирования и анализа сложных технических систем, философии искусственного интеллекта.

Печатается по решению издательского совета
Самарского научного центра Российской академии наук

ISBN 978-5-93424-817-9

К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Н.Е. КОНЮХОВА

К 80-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской федерации, доктора технических наук, профессора Конюхова Николая Евгеньевича

Николай Евгеньевич Конюхов родился 28 апреля 1938 г. в г. Прокопьевске Кемеровской области в шахтерской семье. По окончании средней школы поступил в Казанский авиационный институт им. Туполева А.Н., который окончил с отличием по специальности «Авиационное приборостроение».

По окончании Вуза по распределению был направлен на Куйбышевский моторостроительный завод им М.В.Фрунзе. Будучи молодым специалистом активно занимался созданием средств контроля профиля зубатых соединений. По результатам выполненных исследований им были опубликованы первые научные работы и получены авторские свидетельства на изобретения.

В 1962 г. поступил в аспирантуру по специальности «Электроизмерительная техника» Куйбышевского политехнического института имени В.В.Куйбышева. Руководил аспирантурой крупный ученый, основатель научной специальности «Информационно-измерительная техника» д.т.н., профессор Куликовский Лонгин Францевич. Начав свою научную карьеру под руководством профессора Л.Ф. Куликовского, Николай Евгеньевич за короткий срок прошел путь от аспиранта до доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Электронные устройства». В 1966г. защитил кандидатскую, а в 1973г. – докторскую диссертацию.

В 1975г. по приглашению ректора КУАИ В.П. Лукачева перешел на работу в КуАИ. на должность заведующего кафедрой радиотехники. С 1982г по 2006г.- руководил кафедрой электротехники и ОНИЛ-5. В то время он был единственным доктором на факультете.

С приходом Николая Евгеньевича на радиотехнический факультет он открывает аспирантуру по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления». С этого момента началась интенсивная подготовка научно - педагогических кадров высшей квалификации, что за несколько лет позволило резко повысить процент остепенённости преподавательских кадров факультета с 30 до 80%.

В начале 80-х годов по инициативе Н.Е. Конюхова и поддержке В.П. Лукачева и В.А.Сойфера в КуАИ был впервые открыт диссертационный совет по специальности по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», что во многом способствовало повышению эффективности работы аспирантуры.

Работа аспирантуры была тесно связана с хоздоговорной тематикой. Ему удалость установить тесные контакты с ведущими предприятиями Минавиапрома (АО «УКБП, ММЗ им А.И.Микояна», МКБ, г Омск), Минобщемаша (АО НИИФИ, г. Пенза), Минсудпрома (НПО «ВОЛНА»), Минобороппрома (НПО «ВОСТОК г. Ташкент) и рядом других. По заказам этих предприятий выполнен большой объем научных исследований в области анализа и синтеза электромагнитных и оптоэлектронных преобразователей, результаты которых нашли широкое практическое применение в промышленности. Результаты научно-исследовательской деятельности опубликованы в 350 научных трудах, в том числе 10 монографиях и 150 авторских свидетельствах и патентах на изобретения. По тематике хоздоговорных работ через аспирантуру им подготовлено более 30 кандидатов и 12 докторов технических наук, том числе, для промышленных предприятий. За большой вклад в науку и подготовку высококвалифицированных специалистов, развитие и совершенствование учебно-воспитательного процесса в 1990 г. ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР», а в 1998г. – звание «Почетный работник высшего профессионального образования РФ»

Трудно подсчитать количество кандидатских и докторских диссертаций, по которым он выступал в качестве официального оппонента во многих высших учебных заведениях Советского Союза и России, давая путевку в большую науку молодому поколению исследователей.

Высочайший профессионализм, принципиальность и доброжелательность в общении с коллегами обеспечили ему высокий авторитет и уважение в научно-образовательном сообществе страны.

Созданная Николаем Евгеньевичем научная школа успешно развивается и после его ухода из жизни (29.06 2009), осуществляя научные исследования в рамках федеральных целевых программ и прямых договоров с научно-производственными предприятиями.

Светлая память о Николае Евгеньевиче навсегда сохранится в сердцах его учеников, коллег по работе и всех кому посчастливилось общаться с этим замечательным ученым и человеком.

Заведующий кафедрой электротехники Самарского университета,
доктор технических наук, профессор В.М. Гречишников

А.М. Шокиров

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ВЫЧИСЛЕНИЕ СУММЫ РЯДА

(Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологии)

Чтобы описать поведение при $x \to \infty$ интересующей нас функции $f(x)$ в терминах известной функции $\varphi(x)$, мы часто будем использовать следующие обозначения, введенные Бахманом и Ландау. Предположим сначала, что x– действительная переменная. На бесконечности $\varphi(x)$ может стремиться к нулю, к бесконечности или иметь какое-либо другое поведение – никаких ограничений мы не налагаем.

1) Если отношение $f(x)/\varphi(x)$ стремится к единице, то мы пишем

$$f(x) \sim \varphi(x) \quad (x \to \infty)$$

или, короче, $f \sim \varphi$. В этом случае мы говорим, что f асимптотически приближается к φ или φ является асимптотическим приближением функции f.

2) Если $f(x)/\varphi(x) \to 0$, мы пишем

$$f(x) = o\{\varphi(x)\} \quad (x \to \infty)$$

или, короче $f = o(\varphi)$; в этом случае мы говорим, что порядок f меньше, чем порядок φ.

3) Если отношение $|f(x)/\varphi(x)|$ ограничено, то мы пишем

$$f(x) = O\{\varphi(x)\} \quad (x \to \infty)$$

или $f = O(\varphi)$; в этом случае говорят, что функция f имеет порядок, не превосходящий порядка φ.

В 1894 году Пауль Бахман придумал обозначение для асимптотического анализа. В последующие годы его популярности способствовали Эдмунд Ландау и др. Мы встречаем это обозначение в формулах наподобие: $H_n = \ln n + \gamma + O(1/n)$, которая говорит нам, что n-е гармоническое число равно натуральному логарифму n плюс константа Эйлера плюс некоторая величина, которая составляет «O большое от 1 на n» [1], [2]. Эта последняя величина точно не определена, однако, какой бы она ни была, обозначение «O» позволяет утверждать, что она не превосходит константу, умноженную на $1/n$.

Величину $O(1/n)$ можно считать пренебрежимо малой, если только нас не интересуют величины, отличающиеся от $1/n$ лишь постоянным множителем.

Определение 1.

$$f(n) = O(g(n)) \qquad \text{для всех } n \in N \tag{1}$$

означает, что существует такая константа C, что

$$|f(n)| \le C|g(n)| \quad \text{для всех } n \in N; \tag{2}$$

а если обозначение $O(g(n))$ использовано внутри формулы, то оно обозначает функцию $f(n)$, удовлетворяющую (2). Значения функции $f(n)$ неизвестны, но мы знаем, что они не слишком велики. Символ «O» включает неопределенную константу C, каждое вхождение O может подразумевать различные C, но каждая из этих констант не зависит от n.

Определение 2. Соотношение $f(n) = O(g(n))$ при $n\to\infty$ означает, что существуют две константы C и n_0, такие, что

$$|f(n)| \le C|g(n)| \quad \text{при всех } n \ge n_0.$$

Замечание 1: Значения C и n_0 могут быть разными для разных O, но они не зависят от n.

Определение 3. Запись $f(x) = O(g(x))$ при $x\to 0$ означает, что существуют две константы C и ε, такие, что

$$|f(x)| \le C|g(x)|, \quad \text{если только } |x| \le \varepsilon.$$

Замечание 2: запись $\frac{1}{3}n^3 + \frac{1}{2}n^2 + \frac{1}{6}n = O(n^3)$ корректна, но в этом равенстве нельзя менять местами правую и левую части. В противном случае мы можем прийти к нелепым выводам, наподобие $n = n^2$, исходя из верных тождеств $n = O(n^2)$ и $n^2 = O(n^2)$.

Работая с символом «O» мы имеем дело с односторонними равенствами. Правая часть уравнения содержит не больше информации, чем левая, и фактически может содержать меньше информации; правая часть является «огрублением» левой.

Если говорить строго формально, то запись $O(g(n))$ обозначает не какую-то одну функцию $f(n)$, а сразу множество функций $f(n)$, таких, что $|f(n)| \le C|g(n)|$ для некоторой константы C. Обычная формула $g(n)$, не включающая символ O, обозначает множество, содержащее одну функцию $f(n) = g(n)$. Если S и T суть множества функций от n, то запись $S + T$ обозначает множество всех функций вида $f(n) + g(n)$, где $f(n)\in S$ и $g(n)\in T$; другие обозначения вроде $S - T$, ST, S/T, $\sqrt{S}$, e^S, $\ln S$ определяются аналогично. Тогда «равенство» между двумя такими множествами функций есть теоретико-множественное включение; знак «=» в действительности означает «$\subseteq$».

«Уравнение» $\frac{1}{3}n^3 + O(n^2) = O(n^3)$ означает, что $S_1 \subseteq S_2$, где S_1 есть множество всех функций вида $\frac{1}{3}n^3 + f_1(n)$, для которых найдется константа C_1, такая, что $|f_1(n)| \le C_1|n^2|$, а S_2 есть множество всех функций $f_2(n)$, для которых найдется константа C_2, такая, что $|f_2(n)| \le C_2|n^3|$.

Можно строго доказать это «равенство», если взять произвольный элемент из левой части и показать, что он принадлежит правой части: пусть

$\frac{1}{3}n^3 + f_1(n)$ таково, что $\left|f_1(n)\right| \le C_1\left|n^2\right|$, следует доказать, что существует такая константа C_2, что $\left|\frac{1}{3}n^3 + f_1(n)\right| \le C_2\left|n^3\right|$. Константа $C_2 = \frac{1}{3} + C_1$ решает проблему, так как $n^2 \le \left|n^3\right|$ для всех целых n.

Замечание 3: Если в формуле используется несколько переменных, то символ O представляет множество функций от двух или более переменных, а не только от одной. В область определения каждой функции входят все переменные, которые в данном контексте «свободны» для изменения.

При нахождении суммы ряда нередко используется формула суммирования Эйлера [3]:

$$\sum_{a\le k<b} f(k) = \int_a^b f(x)dx + \sum_{k=1}^{m}\frac{B_k}{k!}f^{(k-1)}(x)\Big|_a^b + R_m,$$

где $R_m = (-1)^{m+1}\int_a^b \frac{B_m(\{x\})}{m!}f^{(m)}(x)dx, \quad a\le b, \quad m\ge 1, \quad a,b,m\in \mathrm{Z},$

B_k – числа Бернулли, $B_m(\{x\})$ – многочлен Бернулли. $B_k = (-1)^k \beta_{2k}$.

В качестве примера рассмотрим две задачи.

Задача 1. Найти $S_n = \sum\limits_{k=0}^{n}\frac{1}{n^2+k^2}$.

Применим формулу суммирования Эйлера:

$$S_n = \sum_{k=0}^{n}\frac{1}{n^2+k^2} = \int_0^n \frac{dx}{n^2+x^2} + \sum_{k=1}^{m}\frac{B_k}{k!}\left(\frac{1}{n^2+x^2}\right)^{(k-1)}\Bigg|_0^n =$$

$$= \int_0^n \frac{dx}{n^2+x^2} - \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{n^2+x^2}\Bigg|_0^n + \frac{1}{6}\left(\frac{1}{n^2+x^2}\right)'\Bigg|_0^n + 0\cdot\left(\frac{1}{n^2+x^2}\right)''\Bigg|_0^n - \frac{1}{30}\left(\frac{1}{n^2+x^2}\right)^{(3)}\Bigg|_0^n + \ldots =$$

$$= \frac{1}{4}\pi n^{-1} + \frac{1}{4}\cdot n^{-2} + \frac{1}{6}\left(\frac{-2x}{(n^2+x^2)^2}\right)\Bigg|_0^n + O(n^{-5}) = \frac{1}{4}\pi n^{-1} + \frac{1}{4}\cdot n^{-2} - \frac{1}{12}n^{-3} + O(n^{-5}).$$

Задача 2. Найти асимптотику при $n \to \infty$ суммы $S(n) = \sum\limits_{k=0}^{n} k!$

Члены этой суммы быстро растут с ростом номера, так что главный член асимптотики равен последнему члену суммы: $S(n) \sim n!$, $n \to \infty$. Действительно,

$$\frac{S(n)}{n!} = 1 + \frac{1}{n} + \frac{1}{n(n-1)} + \ldots + \frac{1}{n(n-1)\ldots 2\cdot 1}.$$

Следовательно,

$$S(n) = n!\left(1 + \frac{1}{n} + O\left(\frac{1}{n^2}\right)\right) \quad (n \to \infty).$$

Литература

1. Панченков, А.Н. Асимптотические методы в экстремальных задачах механики. – Новосибирск: Наука, 1982.

2. Олвер, Ф. Введение в асимптотические методы и специальные функции. – М.: Наука, 1978.

3. Грэхем, Р. Конкретная математика. Основание информатики: Пер. с англ. / Р. Грэхем, Д. Кнут, О. Паташник. – М.: Мир, 1998.

Д.Е. Яблоков

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ПОВЕДЕНИЯ ИНТЕРВАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ ОБОБЩЕННЫХ КОНЦЕПЦИЙ ИТЕРАТОРОВ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Назначение абстрактного типа данных состоит в расширении предлагаемого языком программирования понятийного аппарата в соответствии с контекстом предметной области. Создание какого-либо интерфейса подразумевает, что как базовая абстракция он должен помогать формировать правильные стереотипы мышления и, соответственно, правильный стиль программирования. По сути, проектирование интерфейсов – это проектирование конструкций предметно-ориентированного языка, представленного с помощью синтаксических средств используемого инструмента кодирования. Таким образом, обеспечивается взаимосвязь используемых абстракций и требований, как предметной области, так и выбранной стратегии реализации. Но способ выражения соответствия требованиям при разных подходах имеет существенные отличия. В объектно-ориентированном программировании для любого типа, находящегося в каком-либо дочернем узле иерархии наследования, необходимо реализовать определенный его интерфейсом контракт. В терминах этого контракта, следуя логике объектно-ориентированного подхода, возможно обращение к функциональности и данным экземпляра потомка. Обобщенное программирование подразумевает, что проектируемый элемент программы удовлетворяет необходимому набору свойств и ограничений, которые предъявляются к нему со стороны других компонентов, ожидающих определенный формат взаимодействия сообразно своим синтаксическим и семантическим особенностям.

Алгоритм, написанный в обобщенном стиле, может применяться для любых типов, удовлетворяющих требованиям, которые он предъявляет к своим аргументам. Любой обобщенный алгоритм состоит из двух частей: конкретных инструкций, определяющих шаги исполнения и совокупности концепций, по-

Информационная безопасность