Наукоёмкие информационные технологии

труды молодежной научно-практической конференции
SIT2016, с. Дивноморское, декабрь 2016

Издательство Университет города Переславля

Переславль-Залесский
2016

Наукоёмкие информационные технологии

труды молодёжной научно-практической конференции

с. Дивноморское, декабрь 2016

Издательство
университета
Переславля
города

Переславль-Залесский

УДК 519.71
ББК 22.18

Н12

Наукоёмкие информационные технологии // Труды XX Молодёжной научно-практической конференции SIT-2016 : с. Дивноморское : декабрь 2016 / *Под редакцией С. М. Абрамова и С. В. Знаменского.* — Переславль-Залесский : Изд-во «Университет города Переславля», 2016. — 168 с., ил.,
Открытый доступ: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf.

Science-intensive information technologies // Proceedings of XX Junior research and development conference, Divnomorskoe, December 2016 / *Edited by S. Abramov and S. Znamenskij.* — Pereslavl-Zalesskij: "Pereslavl University", 2016. — 168 p.
Open access: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf.

Для научных работников, аспирантов и студентов, интересующихся современным состоянием фундаментальных исследований в области информатики и программирования.

Конференция проводилась при поддержке
Федерального агентства научных организаций
Федерального исследовательского центра
«Информатика и управление» РАН
Института программных систем
имени А.К. Айламазяна РАН

В сборнике сохранены авторские орфография и оформление.

© ЧОУ ВО «УГП имени А. К. Айламазяна», 2016

Предисловие

XX Молодежная научно-практическая конференция «Наукоемкие информационные технологии» проводилась 21 – 25 декабря 2016 г. в с. Дивноморское Краснодарского края городского округа Геленджика и была посвящена памяти профессора В. И. Гурмана. Цель мероприятия: проанализировать, сравнить и обсудить методы и подходы к исследованию систем неоднородной структуры, развиваемые в отечественных научных школах с учетом результатов, как прошлых исследований, так и новых, и выработать стратегию дальнейших исследований с учетом быстрого прогресса в области компьютерных и информационных технологий, параллельных и распределенных вычислений, усложнения многообразных управляемых систем.

Исследования отразили последние достижения научной молодежи России в области информационных технологий по следующим научным направлениям:

- Математические основы программирования
- Методы оптимизации и теория управления
- Программное и аппаратное обеспечение распределенных или мультипроцессорных систем
- Методы искусственного интеллекта
- Математическое моделирование
- Информационные системы в экономике

Из опыта проведения предыдущих школ следует, что наиболее конструктивно они проходят в тесном взаимодействии ученых старшего поколения, владеющих теоретическими знаниями и опытом их практических приложений в рассматриваемой области, и молодежи, приехавшей на школу для восприятия этих знаний и использования в своих исследованиях. Проблематика исследований систем неоднородной структуры связана с получением конструктивных методов их исследования и математического моделирования, описания множеств достижимости, разработки методов для решения задач оптимизации и устойчивости таких систем, а также алгоритмов, позволяющих проводить параллельные вычисления и приложений, стимулирующих новые постановки задач. Указанная проблематика нашла широкое отражение в пленарных докладах и лекциях представителей различных научных школ России старшего поколения и в сообщениях молодых участников мероприятия.

Все статьи, вошедшие в данный сборник трудов конференции, прошли многократное рецензирование, жесткий отбор и обсуждение.

В отборе и обсуждении участвовали 24 рецензента, в состав которых вошли авторы заявок, ведущие специалисты институтов РАН и вузов, научные сотрудники, члены программного комитета и студенты.

Пленарную лекцию «Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов для квазилинейных стохастических систем, функционирующих на неограниченном интервале времени» прочел д.ф.-м.н., профессор, М. М. Хрусталёв (МАИ) совместно с аспиранткой А. С. Халиной. Она состояла из двух взаимосвязанных частей. Первая – это короткий рассказ о выдающемся ученом – математике и педагоге и уникальной личности, какой был Владимир Иосифович Гурман, о его многолетней деятельности в Переславле, научно-учебном центре ИПС РАН–Университет города Переславля (УГП), где он начал и возглавил новый цикл исследований по теории управления системами неоднородной структуры. Во второй части в доступной форме с наглядными примерами были изложены новые результаты о построении оптимальных регуляторов для квазилинейных стохастических систем, функционирующих на неограниченном интервале времени.

Другую пленарную лекцию «За ограничениями метрики Левенштейна и LCS» прочитал зав. кафедрой математики УГП имени А.К. Айламазяна д.ф.-м.н. С. В. Знаменский. Лекция ввела слушателей в курс основ новой зарождающейся общей теории сходства раскрашенных графов, имеющей важные приложения для поиска похожих объектов различной природы. Теория даёт единый подход к различным метрикам близости строк и графов, широко используемым в биоинформатике и других задачах прикладной информатики.

Задав общий конструктивный настрой конференции, пленарные лекции сменились заседаниями секций.

На секции «Математические и технические основания систем неоднородной структуры» студенты, аспиранты и молодые учёные Шустова М. В, Понизовкин Д. М., Петров А. А., Пичугин А. М., Демидов А. А., Карпеш С. В. и Дьяченко В.А. обменялись сообщениями о полученных ими результатах по математике, теоретической и прикладной информатике, направленных на разработку наукоёмких информационных технологий.

На секции «Технологии управления экономическими системами» Шайдорова И. И., Лебедева Ю. И., Баталова Ю. В., Виноградова О. Н., Степанова А. Е. и Карпеш С. В. рассказали о практических попытках применения наукоёмких информационных технологий.

Решение конференции

Участники XX Молодежной научно-практической конференции «Наукоемкие информационные технологии» отмечают успешное проведение данного мероприятия, его большую пользу по обмену информацией о состоянии исследований в области наукоёмких информационных технологий, как в вопросах их описания, устойчивости, так и в решении разнообразных теоретических и прикладных задач. Обсуждались вопросы формирования новых актуальных тем и направлений, установления научных связей между учеными различных поколений.

Участники выражают благодарность Федеральному исследовательскому центру «Информатика и управление» РАН и Организационному комитету за обеспечение высокого научного и организационного уровня мероприятия и хороших условий для работы, а также Федеральному агентству научных организаций за финансовую поддержку, рекомендуют и впредь ежегодно проводить подобные мероприятия с учетом накопленного опыта.

Сергей Абрамов,

д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН,
ректор УГП имени А. К. Айламазяна,
директор ИПС имени А. К. Айламазяна РАН

УДК 517.977

М. М. Хрусталёв, А. С. Халина

Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов для квазилинейных стохастических систем, функционирующих на неограниченном интервале времени

Аннотация. Рассматривается управляемая динамическая система, функционирующая на неограниченном интервале времени, описываемая стационарным квазилинейным стохастическим дифференциальным уравнением Ито. Получено необходимое и достаточное условие на оптимальный процесс.

Ключевые слова и фразы: оптимальное управление, квазилинейные системы, стохастические системы, неограниченный интервал времени, механический манипулятор.

Рассматривается управляемая динамическая система, функционирующая на неограниченном интервале времени и описываемая стационарным квазилинейным стохастическим дифференциальным уравнением Ито

$$dx(t) = f(x(t), u(x(t)))dt + g(x(t), u(x(t)))dw(t). \tag{1}$$

Здесь $t \in [t_0, +\infty)$ — время; $x(t) = (x_1(t), \ldots, x_n(t))^{\mathrm{T}} \in R^n$ — случайное состояние системы; $u(x) = (u_{n_1}(x), \ldots, u_{n_u}(x))^{\mathrm{T}} \in R^{n_u}$ — стратегия управления, зависящая от состояния системы x; $w(t) = (w_1(t), \ldots, w_{n_w}(t))^{\mathrm{T}} \in R^{n_w}$ — стандартный винеровский процесс;

$$f(x,u) = A_0 x + B_0 u + B_0^1, \qquad g(x,u)dw = \sum_{k=1}^{n_w} (A_k x + B_k u + B_k^1) dw_k,$$

где A_k, B_k $(k = \overline{0, n_w})$ – матрицы размеров $n \times n$, $n \times n_u$ соответственно; B_k^1 $(k = \overline{0, n_w})$ – векторы-столбцы длины n; $(\cdot)^{\mathrm{T}}$– операция транспонирования.

Будем предполагать, что имеется полная информация о состоянии, так что стратегия управления $x \to u(x) : R^n \to R^{n_u}$ может зависеть от всех компонент вектора состояния x.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №15-07-09091; 16-08-00472).

© М. М. Хрусталёв, А. С. Халина, 2016
© Институт проблем управления имени В. А. Трапезникова РАН, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

В предыдущих работах авторов [1, 2], посвященных задачам оптимального управления системой (1) при неполной информации о состоянии, использовался усредненный по времени квадратичный критерий оптимальности

$$J = \frac{1}{2} \lim_{T \to +\infty} \frac{1}{T} \int\limits_0^T \int\limits_{R^n} f^c(x, u(x)) P(t, dx) dt, \tag{2}$$

$$f^c(x, u) = x^{\mathrm{T}} Q(\lambda) x + 2u^{\mathrm{T}} S^{\mathrm{T}} x + u^{\mathrm{T}} D u,$$

где Q, S, D - матрицы размеров $n \times n$, $n_u \times n$, $n_u \times n_u$ соответственно, $f^c(x, u)$ и $u^{\mathrm{T}} D u$ – неотрицательно и положительно определенные квадратичные формы соответственно. При этом постулировалось, что стратегия управления $u(x)$ ищется в классе линейных регуляторов вида

$$u = -Lx + \nu. \tag{3}$$

Такой же критерий можно было бы выбрать и в исследуемой здесь задаче. Однако, в задаче оптимизации при полной информации о состоянии будем рассматривать достаточно богатый класс нелинейных допустимых стратегий управления $u(x)$, для которых предел в правой части равенства (2) может и не существовать.

Для формулировки результата нам понадобятся некоторые сведения из работы [3], адаптированные к данной работе (стационарность системы и неограниченность времени). В [3] рассматривалась управляемая стохастическая динамическая система диффузионного типа, описываемая дифференциальным уравнением Ито (1) общего вида. Компоненты функций $(x, u) \to f(x, u) : R^n \times U \to R^n$, $(x, u) \to g(x, u) : R^n \times U \to R^{n \times n_w}$ заданы и требуется всего лишь их измеримость по Борелю, $U \subset R^{n_u}$ – заданное множество. Стратегия управления $x \to u(x) : R^n \to U$ также считается измеримой по Борелю функцией. Множество таких стратегий управления $u^* = u(\cdot)$ обозначим через V.

В работе [3] вводится понятие обощенного решения уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК). Предполагается, что распределение состояния x системы (1) в момент времени t задается борелевской вероятностной мерой $P^*(t)$ из специально сконструированного пространства мер M, пополнение $\bar{M}$ которого представляет собой банахово пространство. Через $M^* \subset M$ обозначим подмножество вероятностных мер. Введем обозначение

$$t \to P^*(t) = P(t, \cdot) : [0, +\infty) \to M^*.$$

Эволюция вероятностной меры $P(t,\cdot)$ в банаховом пространстве $\bar{M}$ описывается обыкновенным дифференциальным уравнением

$$\frac{dP^*(t)}{dt} = F(P^*(t), u^*) \tag{4}$$

с начальным условием

$$P^*(0) = P_0^*, \qquad P_0^*(\cdot) \in M_0^* \subset M^* \tag{5}$$

из заданного множества M_0^* начальных распределений (не исключается случай $M_0^* = M^*$).

При фиксированных $q \in M^*$, $\omega \in V$ квазимера $\mu_F(\cdot) \in \bar{M}$, представляющая собой значение функции $(q,\omega) \to F(q,\omega) : M^* \times V \to \bar{M}$, определяется равенством

$$\int\limits_{R^n} \eta(x)\mu_F(dx) = \int\limits_{R^n} \left[\frac{\partial\eta(x)}{\partial x_i} f_i(x,\omega(x)) + \frac{\partial^2\eta(x)}{\partial x_i \partial x_j} a_{ij}(x,\omega(x))\right] q(dx), \tag{6}$$

которое должно выполняться для любых функций $x \to \eta(x) : R^n \to R^1$ из C_0^2. Здесь a_{ij} есть элемент матрицы $gg^{\mathrm{T}}/2$, C_0^2 – пространство дважды непрерывно дифференцируемых функций на R^n, аннулирующихся вне некоторого шара в R^n.

Тождество (6) в каждой конкретной задаче может выполняться для более широкого класса функций $\eta(x)$, чем класс C_0^2. Обозначим через $W^* \supset C_0^2$ расширенный класс функций $\eta(x)$, для которых при любом $\omega(\cdot) \in V$ справедливо тождество (6).

При заданной функции $u(x) \in V$ решением задачи Коши (4), (5) является абсолютно непрерывная функция $P^*(t)$, удовлетворяющая начальному условию (5) и почти всюду на $[0,+\infty)$ уранению (4).

Вернемся к квазилинейной стохастической системе (1) и сформируем множество D_∞ допустимых процессов управления $z(t) = (P^*(t), u^*)$.

Определение 1. Обозначим D_∞ множество процессов $z(t) = (P^*(t), u^*)$, удовлетворяющих условиям:

(1) стратегия управления $u^* = u(\cdot) \in V$;
(2) процесс $z(t)$ является обобщенным решением уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова (6) с заданным начальным условием (5);
(3) функция $P(t,\cdot)$ имеет математическое ожидание $m(t)$ и матрицу ковариаций $\Gamma(t)$, непрерывно дифференцируемые и ограниченные на интервале $[0,+\infty)$;

(*4*) при всех $t \in [0, +\infty)$ и $q(\cdot) = P(t, \cdot)$ тождество (6) вдоль траектории $P(t, \cdot)$ должно выполняться не только для финитных функций $\eta(x) \in C_0^2$, но и для любых линейно-квадратичных функций вида

$$\psi^0(x) = \frac{1}{2} x^{\mathrm{T}} M x + \xi^{\mathrm{T}} x, \tag{7}$$

где M, ξ – постоянные матрицы размеров $n \times n$, $n \times 1$ соответственно;

(*5*) для всех $T \in [0, +\infty)$ определна величина

$$\zeta(T) = \frac{1}{2} \int\limits_0^T \int\limits_{R^n} f^c(x, u(x)) P(t, dx) dt; \tag{8}$$

(*6*) начальная мера $P_0^* = P(0, \cdot)$ выбирается любой, удовлетворяющей условию (*3*) при $t = 0$.

На множестве D_∞ необходимо минимизировать функционал

$$\begin{aligned} z(\cdot) \to J(z(\cdot)) &= \varliminf_{T \to +\infty} \frac{1}{T} \zeta(T) \\ &= \lim_{T \to +\infty} \inf_{\tau \in [T, +\infty)} \frac{1}{T} \zeta(\tau) : D_\infty \to [0, +\infty]. \end{aligned} \tag{9}$$

Нам потребуется также множество Λ линейных стратегий управления вида (3), для которых выполнено достаточное условие асимптотической устойчивости системы (1) из монографии Параева Ю.И. [4], гарантирующее существование предельных значений m^∞, Γ^∞ при $t \to +\infty$ математического ожидания $m(t)$ и матрицы ковариаций $\Gamma(t)$.

Теорема 1.

(*i*) Для того чтобы процесс $\bar{z}(t) = (\bar{P}(t, \cdot), \bar{u}(\cdot)) \in D_\infty$, $\bar{u}^* \in \Lambda$, минимизировал функционал (9) на множестве D_∞ необходимо и достаточно, чтобы коэффициенты $\bar{L}$, $\bar{\nu}$ стратегии управления $\bar{u}^*$ определялись равенствами

$$\bar{L} = (\sum_{k=1}^{n_w} B_k^{\mathrm{T}} M B_k + D)^{-1} (\sum_{k=1}^{n_w} B_k^{\mathrm{T}} M A_k + S_c^{\mathrm{T}} + B_0^{\mathrm{T}} M), \tag{10}$$

$$\bar{\nu} = (\sum_{k=1}^{n_w} B_k^{\mathrm{T}} M B_k + D)^{-1} (B_0^{\mathrm{T}} \xi + \sum_{k=1}^{n_w} B_k^{\mathrm{T}} M B_k^1). \tag{11}$$

Неотрицательная матрица M размеров $n \times n$ и вектор $\xi \in R^n$ находятся из уравнений (решения которых существуют)

$$\xi^{\mathrm{T}} \bar{A}_0 + \sum_{k=1}^{n_w} \bar{B}_k^{\mathrm{T}} M \bar{A}_k + \bar{B}_0^{\mathrm{T}} M + \bar{S} = 0, \tag{12}$$

$$\bar{A}_0^{\mathrm{T}} M + M \bar{A}_0 + \sum_{k=1}^{n_w} \bar{A}_k^{\mathrm{T}} M \bar{A}_k + \bar{Q} = 0, \tag{13}$$

где $\bar{A}_k = A_k - B_k \bar{L}$, $\bar{B}_k = B_k \bar{\nu} + B_k^1$, $(k = \overline{0, n_w})$, $\bar{Q} = Q - S\bar{L} - \bar{L}^{\mathrm{T}} S^{\mathrm{T}} - \bar{L}^{\mathrm{T}} D \bar{L}$, $\bar{S} = \bar{\nu}^{\mathrm{T}} (S^{\mathrm{T}} - D\bar{L})$.

(*ii*) Любой другой процесс $\tilde{z}(t) = (\tilde{P}(t, \cdot), \bar{u}(\cdot))$ из множества D_∞, использующий ту же стратегию управления $\bar{u}(x)$, что и процесс $\bar{z}(t)$, также минимизирует функционал (9) на D_∞, и значения критерия на процессах $\tilde{z}_P(t)$ и $\bar{z}_P(t)$ совпадают.

(*iii*) Для оптимальных процессов, использующих стратегию $\bar{u}^*$, оптимальное значение критерия вычисляется по формуле

$$J(\bar{z}(\cdot)) = \lim_{T \to +\infty} \frac{1}{T} \zeta(T) = \bar{\gamma}, \tag{14}$$

$$\bar{\gamma} = \bar{B}_0^{\mathrm{T}} \xi + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{n_w} \bar{B}_k^{\mathrm{T}} M \bar{B}_k + \frac{1}{2} \bar{D}, \tag{15}$$

где $\bar{D} = \bar{\nu}^{\mathrm{T}} D \bar{\nu}$.

Доказательство. Пусть процесс $z(\cdot) = (P^*(\cdot), u^*) \in D_\infty$ произвольно задан. Рассмотрим сужение $z_T(\cdot) = (P_T^*(\cdot), u^*)$ этого процесса на интервал $[0, T]$, $0 < T < +\infty$. Множество таких процессов $z_T(\cdot)$ обозначим D_T. Тогда величину $\zeta(T)$, определяемую равенством (8), можно рассматривать как функционал на процессах из D_T

$$J_T(z_T(\cdot)) = \zeta(T). \tag{16}$$

Рассмотрим функцию $\psi^0(x) : R^n \to R^1$, задаваемую равенством (7), и функцию

$$\phi(t, q) = \bar{\gamma}(T - t) + \int_{R^n} \psi^0(x) q(dx) : [0, T] \times \bar{M}^* \to R^1, \tag{17}$$

где $\bar{M}^* \subset M^*$ – множество мер, имеющих первый и второй моменты (математическое ожидание и матрицу ковариаций), а $\bar{\gamma} = const$ определяется равенством (14). Заметим, что функция $\phi(t, q)$ в силу условия (*3*) определена в точках $P_T^*(t)$ любого процесса $z_T(\cdot) \in D_T$.

Кроме того, для любого процесса $z_T(\cdot) \in D_T$ в силу того же условия (3) при всех $t \in [0, T]$ существует производная

$$\frac{d}{dt}\phi(t, P_T^*(t)) = -\gamma + \int\limits_{R^n} \psi^0(x) \frac{d}{dt} P(t, dx). \tag{18}$$

Ко второму слагаемому в (18) в силу преположения 4 может быть применено преобразование (6),

$$\mu_F(dx) = \frac{d}{dt} P(t, dx).$$

Это означает [**3**, **5**], что с использованием функции (17) для задач о минимуме критерия (16) на множестве D_T может быть записан функционал Лагранжа в виде, приведенном в [**5**, с. 187]

$$\begin{aligned} J_T(z_T(\cdot)) = -\int\limits_{R^n} \psi^0(x) P_T(t, dx) + \int\limits_{R^n} \psi^0(x) P_0^*(dx) + \bar{\gamma} T + \\ + \int\limits_0^T \left(-\bar{\gamma} + \int\limits_{R^n} h(x, u(x)) P_T(t, dx) \right) dt, \end{aligned} \tag{19}$$

где $\bar{\gamma}$ и $h(x, u)$ определяются равенствами (15) и

$$\begin{aligned} h(x, u) = \sum_{i=1}^n f_i(x, u) \frac{\partial}{\partial x_i} \psi^0(x) \\ + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}(x, u) \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_j} \psi^0(x) + \frac{1}{2} f^c(x, u). \end{aligned} \tag{20}$$

В правой части равенства (19) стоит функционал Лагранжа, совпадающий с критерием J_T для любого процесса $z_T \in D_T$ при любых матрицах M и ξ, играющих роль множителей Лагранжа.

Учитывая равентсва (9), (16),(19) получим для любого процесса $z(\cdot) \in D_\infty$ равенство

$$\begin{aligned} J(z(\cdot)) = \bar{\gamma} + \varliminf_{T \to +\infty} \frac{1}{T} \left(-\int\limits_{R^n} \psi^0(x) P_T(t, dx) + \int\limits_{R^n} \psi^0(x) P_0^*(dx) + \right. \\ \left. + \int\limits_0^T \left(-\bar{\gamma} + \int\limits_{R^n} h(x, u(x)) P_T(t, dx) \right) dt \right). \end{aligned}$$

Так как в силу условия (3)

$$\lim_{T\to+\infty}\frac{1}{T}\left(-\int\limits_{R^n}\psi^0(x)P_T(t,dx)+\int\limits_{R^n}\psi^0(x)P_0^*(dx)\right)=0,$$

окончательно имеем

$$J(z(\cdot))=\bar\gamma+\varliminf_{T\to+\infty}\frac{1}{T}\int\limits_0^T\int\limits_{R^n}\left(h(x,u(x))-\bar\gamma)\right)P_T(t,dx))dt. \tag{21}$$

Конкретизируем равенство (21), записав функцию $h(x,u)$ для нашей задачи в виде

$$h=Q_x+u^{\mathrm T}Q_u+\frac{1}{2}u^{\mathrm T}Q_{uu}u, \tag{22}$$

где

$$\begin{aligned}Q_x&=\frac{1}{2}x^{\mathrm T}\Psi_0x+\left(\xi^{\mathrm T}A_0+\sum_{k=1}^{n_w}(B_k^1)^{\mathrm T}MA_k+(B_0^1)^{\mathrm T}M\right)x\\&\quad+\xi^{\mathrm T}B_0^1+\frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n_w}(B_k^1)^{\mathrm T}MB_k^1,\\Q_u&=\left(\sum_{k=1}^{n_w}B_k^{\mathrm T}MA_k+S^{\mathrm T}+B_0^{\mathrm T}M\right)x+B_0^{\mathrm T}\xi+\sum_{k=1}^{n_w}B_k^{\mathrm T}MB_k^1,\\Q_{uu}&=\sum_{k=1}^{n_w}B_k^{\mathrm T}MB_k+D,\\\Psi_0&=A_0^{\mathrm T}M+MA_0+\sum_{k=1}^{n_w}A_k^{\mathrm T}MA_k+Q.\end{aligned} \tag{23}$$

Можно показать (см. лемму 2), что $Q_{uu}>0$ и тогда видно, что стратегия

$$\bar u(x)=-Q_{uu}^{-1}Q_u=-\bar Lx+\bar\nu$$

минимизирует функцию $h(x,u)$ по u.

Далее приравняем нулю коэффициенты при первых и вторых степенях компонент вектора x в выражении

$$\max_u h(x,u)=Q_x-\frac{1}{2}Q_u^{\mathrm T}Q_{uu}^{-1}Q_u,$$

получим уравнения (12), (13) и равенство

$$h(x,\bar u(x))=\bar\gamma. \tag{24}$$

Если учесть равенства (21), (24) нетрудно видеть, что

$$J(\bar{z}(\cdot)) = \bar{\gamma} \tag{25}$$

и, более того, в этом случае

$$J(\bar{z}(\cdot)) = \lim_{T\to+\infty} \frac{1}{T}\zeta(T),$$

где в правой части стоит не нижний, а обычный предел.

Стратегия $\bar{u}(\cdot)$ доставляет минимум функции $h(x,u)$ по построению. Поэтому, если $z(\cdot) \in D_\infty$ – произвольный процесс, то, если учесть (21) и (25), получим неравенство

$$J(z(\cdot)) - J(\bar{(\cdot)}) = \lim_{T\to+\infty} \int\limits_0^T \int\limits_{R^n} (h(x,u(x)) - \bar{\gamma})\, P_T(t,dx)dt \geq 0.$$

Откуда следует, что процесс $\bar{z}(\cdot)$ доставляет минимум функционала J и обратно: для того чтобы процесс $\bar{z}(\cdot)$ или любой другой процесс $\tilde{z}(\cdot) \in D_\infty$, использующий стратегию $\tilde{u}(\cdot) \in \Lambda$, доставлял минимум критерия J необходимо, чтобы $\tilde{u}(\cdot) = \bar{u}(\cdot)$, и тогда $J(\tilde{z}(\cdot)) = J(\bar{z}(\cdot))$.

Итак доказаны все утверждения теоремы.

Результат *(ii)* теоремы 1, в частности, означает, что оптимальное значение критерия (9) не зависит от начального условия P_0^* и самого реализовавшегося процесса изменения меры $P(t,\cdot)$ и полностью определяется оптимальной стратегией $\bar{u}^* = \bar{u}(\cdot)$. В равенстве (14) фигурирует обычный предел в отличие от нижнего предела в (9). Это означает, что оптимальный процесс $\bar{z}(t)$ обладает свойством эргодичности. Эргодичность здесь понимается в предельном смысле, означающем, что при $t \to +\infty$ процесс сходится к стационарному эргодическому процессу. Этот процесс является наилучшим по критерию (9) не только среди процессов, обладающих эргодичностью, но и среди неэргодичных.

Общность полученного результата имеет свои недостатки – достаточно сложное описание множества D_∞ допустимых процессов.

Рассмотрим задачу оптимального управления системой (1), в которой множество допустимых стратегий управления $u^* = u(\cdot)$ сужается до линейных стратегий из класса Λ и начальная мера P_0^* имеет дважды непрерывно дифференцируемую плотность, имеющую конечные первый и вторый моменты. В этом случае мера $P(t,\cdot)$ также имеет

плотность, удовлетворяющую классическому уравнению ФПК. Множество таких процессов управления $z(t) = (P^*(t), u^*)$ обозначим D_∞^Λ. В этом случае условия (3), (5), (6), определяющие множество D_∞^Λ, выполнены автоматически. Сложнее обстоит дело с условием (4). Однако и для него справедлива следующая лемма.

Лемма 1. Для любого процесса $z(\cdot) \in D_\infty^\Lambda$ справедливо условие (4) определения множества D_∞.

Доказательство. Для процесса $z(\cdot) \in D_\infty^\Lambda$ существуют функции $m(t)$, $\Gamma(t)$, удовлетворяющие соответствующим обыкновенным дифференциальным уравнениям [4], и так как элементы из D_∞^Λ удовлетворяют условиям асимптотической устойчивости по Параеву [4], то они ограничены. В правой части равенства (8) функция $f^c(x, u(x))$ представляет собой квадратичную форму от x и поэтому условие 5 выполнено. Учитывая сказанное, докажем выполнение условия 4.

Положив $\eta(x) = \psi^0(x)$, рассмотрим вопрос выполнения равенства (6) на траектории $P(t, \cdot)$ процесса $z(\cdot) \in D_\infty^\Lambda$. Будем иметь

$$\int\limits_{R^n} \psi^0(x) \frac{d}{dx} P(t, dx) = \frac{d}{dt} \left(\int\limits_{R^n} \psi^0(x) P(t, dx) \right).$$

Правая часть в этом равенстве определена, так как под знаком производной стоит матричное выражение, элементами которого являются моменты первого и второго порядка, которые дифференцируемы. Значит определена и левая часть. Более того

$$\int\limits_{R^n} \psi^0(x) P(t, dx) = \frac{1}{2} tr[M\Gamma(t)] + \xi^{\mathrm{T}} m(t),$$

и тогда левая часть равенства (6)

$$\int\limits_{R^n} \psi^0(x) P(t, dx) = \frac{1}{2} tr[M \frac{d\Gamma(t)}{dt}] + \xi^{\mathrm{T}} \frac{dm(t)}{dt}. \tag{26}$$

Правая часть равенства (6) для квазилинейной системы (уравнение $u(x)$ имеет вид (3)) также представляет собой линейную комбинацию моментов первого и второго порядков.

Подставляя в равенство (26) производные $d\Gamma/dt$, dm/dt, определяемые дифференциальными уравнениями для $\Gamma(t)$ и $m(t)$ из [4], нетрудно убедиться в тождественном равенстве левой и правой частей условия (6).

Учитывая результат леммы, можно утверждать, что приведенная выше теорема будет также справедлива, если в ней заменить множество D_∞ на D_∞^Λ. Кроме того, в этом случае функционал (9) можно заменить на функционал (2) (для процессов из D_∞^Λ они равны). В публикациях [**6**, **7**] имеются аналоги результата с множеством D_∞^Λ для частных случаев системы (1).

Лемма 2. Матрица Q_{uu}, определяемая равенством (23), положительно определена.

Доказательство. Известно, что предельная матрица ковариаций Γ^∞ удовлетворяет уравнению [**1**, **4**]

$$\bar{A}_0\Gamma^\infty + \Gamma^\infty\bar{A}_0^{\mathrm{T}} + \sum_{k=1}^{n_w}\bar{A}_k\Gamma^\infty\bar{A}_k^{\mathrm{T}} + \bar{Q} = 0, \tag{27}$$

где $\bar{Q} = \sum\limits_{k=1}^{n_w}(\bar{A}_k m^\infty + \bar{B}_k)(\bar{A}_k m^\infty + \bar{B}_k)^{\mathrm{T}}$.

Уравнение (27) имеет ту же структуру, что и уравнение (13), а матрица Γ^∞ по определению ковариационной матрицы неотрицательна.

Оказывается можно с уравнением (13) ассоциировать квазилинейную систему

$$dx = \bar{A}_0^{\mathrm{T}}xdt + \sum_{k=1}^{n_w}\bar{A}_k^{\mathrm{T}}xdw_k + \bar{G}dw,$$

где $\bar{G}\bar{G}^{\mathrm{T}} = \bar{Q}$, которая будет устойчива по Параеву, если исходная сиситема устойчива, и для нее предельная матрица ковариаций совпадает с матрицей M. Из этого следует, что M неотрицательна. Так как матрица D положительно определена, то матрица Q_{uu} также положительно определена.

Список литературы

[1] *Хрусталев М.М., Халина А.С.* Условия стабилизируемости и оптимальности квазилинейных стохастических систем при неполной обратной связи на неограниченном интервале времени // Тр. XII Всероссийск. совещ. по проблемам управления (ВСПУ-2014). М.:ИПУ РАН, 2014. С. 1126–1134.. ↑ 8,16

[2] *Хрусталев М.М., Халина А.С.* Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор в задаче стабилизации квазилинейной стохастической системы // XII Международная конференция «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления». — М.:ИПУ РАН, 2016. — С. 405–407.. ↑ 8

[3] *Хрусталев М.М.* Условия равновесия по Нэшу в стохастических дифференциальных играх при неполной информации о состоянии I. Достаточный условия равновесия // Изв. РАН. ТиСУ. — 1995. N 6. — С. 194–208.. ↑ [8,12]

[4] *Параев Ю.И.* Введение в статистическую динамику процессов управления и фильтрации. — М.:Сов.Радио, 1976. — 156 с.. ↑ [10,15,16]

[5] *Хрусталев М.М.* Синтез оптимальных и устойчивых управляемых стохастических систем при неполной информации о состоянии на неограниченном интервале времени // Автоматика и телемеханика. — 2011. N 11. — С. 174–190.. ↑ [12]

[6] *Wonham W.M.* Optimal stationary control of a linear system with state-depend noise // SIAM J. Control. 1967. Vol. 5, N 3. P. 486–500.. ↑ [16]

[7] *Haussmann U. G.* Optimal stationary control with state and control dependent noise // SIAM J. Control. 1971. Vol. 9, N 2. P. 184–198.. ↑ [16]

Специфика статьи:.

Пример ссылки на эту публикацию:

М. М. Хрусталёв, А. С. Халина. «Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов для квазилинейных стохастических систем, функционирующих на неограниченном интервале времени». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 7–18.

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Об авторах:

Михаил Михайлович Хрусталёв

Главный научный сотрудник лаборатории №45 Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, д.ф.-м.н., профессор; область научных интересов — теория оптимального управления стохастическими системами.

e-mail: mmkhrustalev@mail.ru

Анастасия Сергеевна Халина

Математик лаборатории №45 Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН; область научных интересов — теория оптимального управления стохастическими системами.

e-mail: an.khalina@gmail.com

Mikhail Khrustalev, Anastasia Khalina. *Analytical design of controllers for quasi-linear systems on the infinite time interval.*

Abstract. This paper consider the controlled dynamic system that operates on an unlimited time interval and is described by the stationary quasi-linear stochastic differential equation Ito. A necessary and sufficient condition for the optimal process is presented. (*In Russian*).

Key words and phrases: optimal control, quasi-linear systems, stochastics systems, infinite time interval, mechanical manipulator.

Sample citation of this publication:

Mikhail Khrustalev, Anastasia Khalina. "Analytical design of controllers for quasi-linear systems on the infinite time interval". *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 7–18. (*In Russian*).

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© M. M. Khrustalev, A. S. Khalina, 2016
© ICS V. A. Trapeznikov of RAS, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

УДК 004.416

С. В. Знаменский

За ограничениями метрики Левенштейна и LCS

Аннотация. Проанализированы важнейшие недостатки метрики Левенштейна, выделения длиннейшей общей последовательности LCS и других общих подходов к задаче выделения общей части: неоправданная фрагментированность выделения, нечувствительность к перестановкам больших блоков, незащищённость от случайных совпадений. Предложены свободная от этих недостатков математическая модель близости.

Ключевые слова и фразы: сходство строк, выравнивание последовательностей, случайные общие подпоследовательности, LCS, метрика Левенштейна.

1. Введение

Метрика Левенштейна, измеряющая схожесть двух последовательностей объектов, широко используется в разнообразных инструментах. При её вычислении выделяется общая подпоследовательность объектов, которая определяет, сколько элементов нужно удалить или добавить, чтобы из первой заданной последовательности получилась вторая.

Поскольку общая подпоследовательность выделяется неоднозначно, то из всех таких выбирается длиннейшая (LCS, longest common subsequence). Тем самым минимизируется расстояние редактирования (Левенштейна) — совокупное количество удаленных и вставленных объектов.

То, что длиннейшая последовательность не всегда является наилучшей, давно известно. Нередко при вычислении расстояния редактирования отдельно учитывается количество последовательных удалений и(или) вставок (замен) и их длина. В результате подпоследовательность оказывается уже не длиннейшей, но практический результат часто улучшается.

© С. В. Знаменский, 2016
© Институт программных систем имени А. К. Айламазяна РАН, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

Выделение длиннейшей общей части вредит в практических приложениях [1]. Так, из последовательностей букв и пробелов «ineffective common efforts» и «self- finance comes ineffective» длиннейшей общей подпоследовательностью вместо очевидно значимой длинной общей подстроки «ineffective» оказывается бессмысленное «effie com efft». При выделении изменений в исходном коде это отражается (см., например, [2]) в выделении в качестве общей части малозначимых повторяющихся строк, пустых или с единственным символом, обычно скобкой.

Если ещё 10-20 лет назад можно было изменить макрос в LaTeX и с помощью diff или другого аналогичного инструмента выявить различия в логах для анализа ошибки в тестовом файле с командой \tracingall, то с ростом размеров логов выявление различий работать практически перестало: в качестве общей части длинных файлов предъявляется бесполезная длинная цепочка коротких часто повторяющихся фрагментов. Точно так же перестало работать и выделение различий в логах трассировки выполнения программ (strace), очень помогавшее во времена коротких логов.

В этой ситуации хочется разобраться и понять, не должна ли длина общей подпоследовательности быть заменена другим критерием, лучше отражающим выразительность выделения.

2. Адекватное выделение общей части

Пусть G — некоторое множество раскрашенных конечных графов. Раскраска означает, что каждой вершине и (или) каждому ребру сопоставлен объект из фиксированного множества (цвет). Примером является строка — линейный граф, цветами вершин которого являются буквы фиксированного алфавита. Поэтому мы будем называть множество цветов алфавитом.

Общей частью двух раскрашенных графов $(g_1, g_2) \in G$ назовём изоморфизм $g_1' \equiv g_2'$ их подграфов $g_1' \subset g_1$, $g_2' \subset g_2$. Иными словами, общая часть — это взаимно-однозначное отношение между графами, сохраняющее раскраску: изоморфные подграфы можно рассматривать как координатные проекции графика отношения, а само отношение по определению осуществляет изоморфизм подграфов.

Алгоритм оценки близости на некотором множестве раскрашенных графов $\mathfrak{G}$ (в частности, на множестве строк)— это отображение, сопоставляющее каждой паре графов $(g_1, g_2) \in G$ их общую часть

$R \subset g_1 \times g_2$. Такой алгоритм адекватен настолько, насколько представительна выделенная им общая часть. Обозначим $\mathfrak{S}_G$ множество всевозможных общих частей графов из $\mathfrak{G}$ и рассмотрим целевую функцию $P : \mathfrak{S}_G\ \mathbb{R}_+$ представительности этого выбора.

2.1. Представительность общей части как супераддитивная ёмкость

Будем считать, что целевая функция $P : \mathfrak{S}_G \to \mathbb{R}_+$ удовлетворяет аксиомам неотрицательности и супераддитивности:

(1) $P(\varnothing) = 0, \quad P(S) \geqslant 0 \quad \forall S \in \mathfrak{S}_G$.
(2) $P(S_1 \cup S_2) \geqslant P(S_1) + P(S_2 \setminus S_1) \quad \forall S_1, S_2 \in \mathfrak{S}_G$.

Будем называть $S \in \mathfrak{S}_G$ составной, если её можно разбить на непустые части, для которых неравенство 2 превращается в равенство и называть S образующей в противном случае. Обозначим

$$B_P = \{S \in \mathfrak{S}_G | P(S) > P(S_1) + P(S \setminus S_1) \quad \forall S_1 \subset S\}$$

базисное множество целевой функции.

2.2. Вычисление представительности выбора

Теорема 1. *Пусть $S \in \mathfrak{S}_G$ состоит из конечных множеств. Тогда на множестве всех образующих B_P однозначно определяется функция вклада $\hat{P}(S)$ так, что*

$$P(S) = \sum_{\{S' \in B_P | S' \subset S\}} \hat{P}(S').$$

Доказательство. Положим $V(\varnothing) = P(\varnothing) = 0$ и определим $\hat{P}$ рекурсивно. Предположим, что $\hat{P}(S)$ построена для всех S мощности $|S| < k$. Тогда для каждого S_0 мощности $|S_0| = k$ определим $\hat{P}(S_0) = P(S_0) - \sum_{S \neq S' \subset S, S' \in B_P} \hat{P}(S')$. Все $\hat{P}(S')$ в правой части определены на предыдущих шагах. □

Теорема указывает простой способ задания адекватной целевой функции: надо выделить все образующие и оценить их вклады.

Таблица 1. Входные данные тестовых задач

Прикладная задача	Образующая
Выделение изменений в исходных файлах в системах сборки ПО	Совпадающее описание или полный код процедуры или функции
Оценка объёмов и исследование структуры заимствований из другой работы или документа	Фрагмент текста, содержащий законченную мысль
Выделение различий между версиями при совместной подготовке текстов	Слово, предложение, абзац, формулировка, раздел
Кластеризация текстовых данных	Простой или составной термин
Анализ органических соединений в биохимии	Фрагмент молекулы, несущий её свойство
Выделение сходных наименований сущностей при интеграции баз данных	Географическое название, стандартный термин или сочетание
Диагностика сбоев и локализация ошибок в ПО	Информация в логах о выполнении конкретной функции или процедуры
Распознавание речи и голосов птиц и животных [3, 4]	Фонема, слог, слово, фраза
Синхронизация данных	Файл, директория, блок
Поиск мелодий в базе музыкальных записей [5]	Музыкальная фраза
Выделение различий в структурированной информации (XML в частности)	Тег, узел, ветка

2.3. Образующие в приложениях

В таблице 1 приведены очевидные примеры образующих из различных сфер приложений. Из них можно сделать два важных наблюдения:

- выделить все образующие и чётко сопоставить их вклады сложно, сделать это безупречно и однозначно обычно не представляется возможным;
- все перечисленные образующие являются подстроками, иными

словами подпоследовательностями подряд идущих элементов.

Эти наблюдения подсказывают ограничить рассмотрение образующих классом подстрок.

2.4. Способы задания вкладов образующих

Чтобы избежать сложностей определения вклада каждой конкретной строки, будем задавать вклады функцией от длины строки.

2.4.1. *Длиннейшая общая подпоследовательность*

Классический подход LCS явно укладывается в упрощенную схему. Для этого достаточно положить, что каждая строка из одного символа имеет вклад равный единице и других образующих нет. На практике это корректно срабатывает только когда вкладами длинных совпадений можно пренебречь, что чаще случается при коротких сопоставляемых последовательностях. Если цены удаления и вставки элемента равны половине цены замены элемента, то метрика Левенштейна явно выражается через длину LCS и значит через сумму единичных вкладов одноэлементных строк.

2.4.2. *Алгоритм Ниделмана-Вунша*

Алгоритм Ниделмана-Вунша [**6**] ориентирован на приближённое совпадение и складывает оценку близости значений в выделенной общей подпоследовательности с оценкой выразительности самой подпоследовательности. Последняя определяется как сумма значений линейной[1] функции от размеров просветов.

Теорема 2. *Если оба первых элемента сравниваемых последовательностей входят в общую часть, а хотя бы один последний не входит, то сумма значений функции просветов [gap function] с точностью до аддитивной константы противоположна сумме вкладов строк длин 1 и 2, зависящих только от длины строки.*

Доказательство. Пусть S_1 , S_2 — две сравниваемые последовательности, S_3 — их общая часть, состоящая из n подстрок, в одинаковом порядке входящих в S_1 и в S_2. Тогда количество просветов тоже равно n, а сумма значений функции просветов равна $a(|S_1| + |S_2| - 2|S_3|) + bn$, где a и b — коэффициенты функции просветов. Если $d(1)$ и $d(2)$ – вклады строк длин 1 и 2 соответственно, то

[1]Использование нелинейных зависимостей по-видимому не даёт [**7**, **8**]. резкого улучшения качества

для S_3 совокупный вклад равен $d(1)(|S_3|) + d(2)(2|S_3| - n)$. Поскольку $|S_1| + |S_2|$ не зависит от выбора общей части, то при $d(2) = b$ и $d(1) = -2(a + b)$ получаем утверждение теоремы. □

Мы видим, что с точностью до граничных эффектов (совпадение начал, но не концов) сумма значений линейной функции просветов линейно зависит от сумм вкладов строк длин 1 и 2. Поэтому функция просветов, как и LCS, чревата неоправданной фрагментацией общей подпоследовательности. Например, для «mathematical informatics» и «informatics for mathematics» общая подпоследовательность «matic formatics» по сравнению с «informatics» имеет больше общих подстрок длин 1–3, но меньше обших подстрок длин 5–11. Не требуется словаря и знания языка, чтобы на основании этих цифр обоснованно выбрать «informatics». Достаточно знать о редкости не служебных английских слов короче четырёх букв и сравнить шансы найти общее слово.

2.4.3. *Опора на длиннейшую общую подстроку*

Если зависимость вклада от длины строк растёт очень быстро, то поиск наиболее выразительной общей части нередко можно ускорить. Например, в SCM Revlog и Mercurial [2] применяется «жадный» эвристический алгоритм, который сначала находит самые длинные подстроки и если выбор их однозначен, то эти подстроки однозначно входят в окончательное решение. Алгоритм используется и на практике часто приводит к точному решению оптимизационной задачи. Усиленно избегая фрагментированных общих подпоследовательностей, алгоритм впадает в противоположную крайность: находка единственной длиннейшей общей подстроки иногда уводит от намного более выразительной общей подпоследовательности, состоящей из произвольно большого числа почти столь же длинных подстрок. Например, из «31,29,28,27,26,25,24,23,22,21,_20» and «31,_29,_28,_27,_26,_25,_24,_23,_22,_21,20» он выделит общую подпоследовательность «1,_2», вместо более выразительной «31,29,28,27,26,25,24,23,22,21,20». Алгоритм выдаёт оптимальную подпоследовательность для задачи, в которой строка любой длины имеет вклад больший, чем любая последовательность более коротких строк. Достаточным условием для этого очевидно является быстрый рост вкладов при увеличении длины, ускоряющийся при росте $|S_1|$ и $|S_2|$. Достаточно, например, выполнения неравенства: $nd(n + 1) > d(n)|S_1|(n - 1)$.

2.4.4. *Учёт всех подстрок*

Как мы увидели, классические алгоритмы сопоставления строк разделились на две группы. Первая ориентируется на короткие общие подстроки и находит фрагментированную общую подпоследовательность. Вторая, напротив, ориентируется на длиннейшие общие подстроки и иногда находит слишком бедное выделение.Чтобы учесть строки всех длин, просто примем вклады всех строк одинаковыми. Тогда оптимальной становится подпоследовательность, содержащая максимально возможное число подстрок (NCS – Number of Common Substrings). Для вычисления количества подстрок в подпоследовательности достаточно выделить в ней максимальные подстроки и сложить количества всевозможных подстрок в каждой максимальной подстроке. Каждое слагаемое имеет вид $l(l+1)/2$, где l — длина максимальной подстроки, для которой считаются подстроки. Описанный способ подсчёта близости последовательностей свободен от отмеченных выше недостатков классических способов.

2.4.5. *Учёт сбалансированных подстрок*

Даже без словаря вклады строк могут назначаться более выразительно. Так, при сравнении обычных текстов не являются образующими обрывающаяся на полуслове строка с пробелами или обрывающаяся на пробеле строка, явно содержащая стык предложений (заглавная буква после слова в нижнем регистре с точкой и пробелом в конце).

При сопоставлении исходного кода программ, текстов в формате XML или другой слабой структурированной информации могут использоваться относительно простые правила выделения сбалансированных строк, то есть таких строк, в которых открывающие и закрывающие скобки парные, а открывающие и закрывающие теги также парные. Сложность учёта экранированных, содержащихся в комментариях, символьных строках или в текстах регулярных выражений, может быть отчасти преодолена назначением дробного вклада в сомнительных случаях. Такое назначение вкладов позволило бы улучшить качество алгоритмов выделения общей части. Особенно заметно повысилась бы комфортность визуальных инструментов сравнения текстов и появилась бы возможность учёта перестановок больших блоков текста.

2.4.6. *Перестановки больших блоков текста*

Использование NCS позволяет так определить близость подпоследовательностей, что перестановка больших блоков разрушает близость меньше, чем удаление одного и вставка совершенно иной строки такого же размера в другом месте. Например, строка «next run» в этом смысле ближе к «run next», чем к «new next».

Перестановка больших блоков – привычная возможность текстовых редакторов, которую не может учесть расстояние редактирования Дамерау-Левенштейна. Учёт длинных строк как в 3.4–3.5 может решить эту проблему, если вместо одной подпоследовательности подстрок искать пару взаимно-однозначно соответствующих, не требуя сохранения порядка. Однако такая постановка задачи приведёт к появлению в ответе большого числа случайно совпавших коротких строк, которых даже в случайных достаточно длинных последовательностях найдётся немало. Чтобы отфильтровать этот случайный шум, надо исключать из общих частей все короткие подстроки, отстоящие от соседних на расстоянии, сравнимым со средним расстоянием между повторениями. Проще всего задать такое ограничение допустимого расстояния функцией от длины строки $b(l)$.

Список литературы

[1] S. V. Znamenskij. “A model and algorithm for sequence alignment”, Program systems: theory and applications, 2015, 6:1(24), pp. 189–197.. ↑ 20

[2] Mackall M., “Towards a Better SCM: Revlog and Mercurial”, Proceedings of Linux Symposium. V. 2 (July 19–22, 2006, Ottawa, Ontario, Canada), 2006, pp. 83–90.. ↑ 20

[3] Wieling M., Bloem J., Mignella K., Timmermeister M., Nerbonne J. “Measuring foreign accent strength in English. Validating Levenshtein Distance as a Measure”, The Mind Research Repository (beta), 2013, no.1,, URL: http://openscience.uni-leipzig.de/index.php/mr2/article/view/41/30. ↑ 22

[4] Wu X., Wu Zh., Jia J., Meng H., Cai L., Li W., “Automatic speech data clustering with human perception based weighted distance”, The 9th International Symposium on Chinese Spoken Language Processing, ISCSLP 2014 (12–14 September 2014, Singapore), IEEE, pp. 216–220.. ↑ 22

[5] Rho S., Hwang E.. “FMF: Query adaptive melody retrieval system”, Journal of Systems and Software, 79:1 (2006), pp. 43–56.. ↑ 22

[6] Needleman, Saul B.; and Wunsch, Christian D. (1970). «A general method applicable to the search for similarities in the amino acid sequence of two proteins». Journal of Molecular Biology 48 (3): 443–453.. ↑ 23

[7] Cartwright, R.A., 2006. Logarithmic gap costs decrease alignment accuracy. BMC Bioinformatics 7, 527.. ↑ 23

[8] Wang, C., Yan, R. X., Wang, X. F., Si, J. N., Zhang, Z. (2011). Comparison of linear gap penalties and profile-based variable gap penalties in profile–profile alignments. Computational biology and chemistry, 35(5), 308-318.. ↑ 23

Специфика статьи:.

Пример ссылки на эту публикацию:

С. В. Знаменский. «За ограничениями метрики Левенштейна и LCS». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 19–28. URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Об авторе:

Сергей Витальевич Знаменский

Институт программных систем имени А. К. Айламазяна РАН

e-mail: svz@latex.pereslavl.ru

Sergej Znamenskij. *Beyong restrictions of Levenshtein metrics and LCS.*

Abstract. Major shortcomings Levenstein metric selection longest common sequence LCS and other common approaches to the problem of highlight the general part are analyzed: unjustified allocation of fragmentation, insensitivity to permutations of large blocks of insecurity coincidences. Offered free of these shortcomings, mathematical model of intimacy and the idea of finding the optimal solutions by branch and bound.

Key words and phrases: similarity of strings, sequence alignment, edit distance, LCS, Levenshtein metric.

2010 *Mathematics Subject Classification*: 68T37; 68P10, 68W32.

Sample citation of this publication:

Sergej Znamenskij. "Beyong restrictions of Levenshtein metrics and LCS". *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 19–28. (*In Russian*).

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© S. V. Znamenskij, 2016
© Ailamazyan Program Systems Institute of RAS, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

М. В. Шустова

Байесовский подход к обнаружению аномалий в потоке данных

Аннотация. Рассматривается задача оценки вероятности аномальности данных, ограниченных диапазоном допустимых значений. Предлагается универсальный метод решения задачи, основанный на байесовской оценке. Приводится пример решения задачи прогнозирования с помощью предложенного метода.

Ключевые слова и фразы: байесовская вероятность, аномалия, прогнозирование.

Введение

При работе со сложными системами как, например, бортовые системы космических аппаратов (КА) часто возникает необходимость в прогнозировании будущего состояния. Данные, поступающие из какой-либо системы, нередко ограничены некоторым диапазоном допустимых значений, что даёт возможность определить, являются ли эти данные аномальными (т.е. выходящими за пределы диапазона допустимых значений). Задачу прогнозирования аномальности будущего состояния предлагается решить с помощью байесовского подхода, применение которого позволит оценить (на основе имеющихся данных) насколько опасно текущее состояние системы — т.е., в течение какого временного интервала данные станут аномальными.

Универсальность данного подхода позволила применять его для решения задач прогнозирования и моделирования в различных областях: анализ продолжительности жизни объекта [1], моделирование сезонного поведения туристов на основе ограниченных данных [2], прогнозирование продаж [3]. Помимо этого, формула Байеса была использована в работе [4] для анализа вероятности наступления авиационного происшествия, а в работе [5] с помощью байесовского подхода проведено сценарное политическое прогнозирование.

© М. В. Шустова, 2016
© ИПС им. А.К. Айламазяна РАН, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

1. Постановка и алгоритм решения задачи

Для полноценного и корректного функционирования различных сложных систем требуется проводить мониторинг их текущего состояния и прогнозирование будущего. Примером сложных систем могут послужить программные комплексы, установленные на борту КА.

Корректное функционирование и жизненный цикл КА напрямую связаны с мониторингом параметров его бортовой аппаратуры. Различные внешние обстоятельства могут спровоцировать нарушение работы КА — например, изменение космической погоды: в период солнечной активности космическая радиация может вывести из строя всю электронику на борту. На основе данных телеметрии, полученных с датчиков до и/или во время наступления каких-либо нештатных ситуаций, возможно спрогнозировать будущее состояние КА, что позволит поддерживать его работоспособность при последующих критических ситуациях.

Таким образом, прогнозирование позволяет решить проблему противодействия различным факторам, стремящихся нарушить функционирование сложных систем.

Задачу прогнозирования состояния сложных систем предлагается решить с помощью байесовского подхода. Приведем его описание, для чего требуется ввести некоторые обозначения:

$V_i (i = 1, \ldots, n)$ — множество состояний системы, для которой производится прогнозирование;

$x(t)$ — исходные данные системы;

$x'(t)$ — рассчитанная производная $x(t)$;

$\Delta t_1, < \Delta t_2, < \Delta t_m$ — прогнозные границы (временные интервалы), соответствующие уровням опасности (УО);

$d_1, d_2, \ldots, d_m$ — уровни опасности;

$x*$ — пороговое значение x;

dt — промежуток времени между двумя измерениями;

T — промежуток времени для расчётов рядов распределения.

Допустим, имеется система, которая может принимать некоторое состояние из своего множества состояний V. Под состоянием будем понимать пару $(x(t), x'(t))$, где $x(t)$ — некоторое значение из потока данных, передаваемых системой каждые dt минут, $x'(t)$ — рассчитанная производная $x(t)$.

Для значения x устанавливается пороговое значение $x*$ так, что если $x > x*$, то наблюдается аварийное состояние системы. Требуется определить вероятность того, что при данных значениях $x(t)$ в ближайшем будущем наступит аварийное состояние. Что такое «ближайшее будущее»? Обозначим прогнозные границы Δt. Понятно, что чем больше прогнозная граница, тем выше вероятность того, что за это время хоть раз, но наступит аварийное состояние. Выделим несколько прогнозных границ и зададим критическое значение вероятности аварийного состояния $p*$. Чем меньше значение Δt, при котором достигается значение вероятности $P(x(t + \Delta t) > x*) > p*$, тем более опасно текущее состояние. Произвольно определим несколько граничных значений Δt, разделяющих разные УО. Тогда состояние системы соответствует j–му уровню опасности, если $j = min(P(\exists \tau \in [t, t+\Delta t_j] : x(t + \tau) > x*) > p*)$. В итоге, в ходе реализации байесовского подхода каждому состоянию системы ставится в соответствие уровень опасности и прогнозная граница, в течение которой $x(t)$ превысит пороговое значение $x*$.

Уровни опасности, таким образом, ранжируются по величине Δt_j — чем меньше значение Δt_j, тем выше УО. В качестве показателя уровней опасности можно использовать цветовую дифференциацию: зеленый — нормальное состояние, желтый — низкий УО, оранжевый — средний УО, красный — высокий УО.

Применение байесовского подхода в решении задачи прогнозирования подразумевает вычисление уровня опасности текущего состояния по определенному алгоритму. Вычисление УО требует обучения алгоритма реализации байесовского подхода. Для начала необходимо задать некоторые параметры:

- обозначить несколько прогнозных границ: $\Delta t_1 < \Delta t_2 < \ldots < \Delta t_m$;
- для каждой прогнозной границы задать уровень опасности: $d_1, d_2, \ldots d_m$;
- задать пороговое значение $x*$;
- задать критическое значение вероятности аварийной ситуации $p*$;
- определить dt по исходным данным;
- задать T.

После определения начальных параметров проводится обучение алгоритма анализа потока данных.

Обучающая часть алгоритма:

<u>1 шаг.</u> Вычисление количества точек данных.

1. Для обучающей выборки на промежутке T:

$$N = T/dt$$

2. Для каждого промежутка Δt_j:

$$n_j = \Delta t_j/dt$$

<u>2 шаг.</u> Вычисление множества состояний $V_i (i = 1, \ldots, n)$ на обучающей выборке.

1. Определить счетчики s_i и z_{ij} и приравнять их нулю;

2. В цикле $t = 1, \ldots, N$:

a) рассчитать значение производной:

$$x'(t) = (x(t) - x(t - dt))/dt$$

b) определить, к какому состоянию V_i относится пара $(x(t), x'(t))$, соответствующий этому состоянию счетчик s_i увеличить на 1;

c) во вложенном цикле $\theta = 1, \ldots, n_m$ (т.е. проход по всем точкам на оси времени до максимального значения n_m): если $x(t + \theta)$ превышает пороговое значение $x*$, то для всех j, для которых $n_j > \theta$, счетчики z_{ij} увеличить на 1 и выйти из цикла.

<u>3 шаг.</u> Расчёт вероятностей.

1. После прохождения всех точек на промежутке T рассчитываются вероятности событий:

a) событие A_i: пара $(x(t), x'(t))$ соответствует состоянию V_i:

$$P(A_i) = s_i/N$$

b) событие $A_i \cdot B_j$ (где событие B_j: наблюдается j-ый уровень опасности):

$$P(A_i \cdot B_j) = z_{ij}/N$$

2. Расчёт вероятности опасности для каждого значения $i = 1, \ldots, n$ и каждого значения $j = 1, \ldots, m$:

$$\rho(i, j) = P(A_i \cdot B_j)/P(A_i)$$

4 шаг. Определение уровня опасности для каждого состояния $(x(t), x'(t))$.

Элементы полученной матрицы ρ сравниваются с заданной вероятностью $p*$, и для каждого i отмечается уровень опасности. Таким образом, каждому i-му значению пары $(x(t), x'(t))$ ставится в соответствие уровень опасности перехода x за пороговое значение $x*$.

Результатом обучения является определение прогнозной границы Δt_j (и, соответственно, уровня опасности d_j) для каждого состояния, за которую вероятность аварийной ситуации превышает критическое значение $p*$.

После обучения алгоритм работает с неизвестными данными, т.е. данные поступают в режиме реального времени.

Основная часть алгоритма:

1 шаг Получение значения $x(t)$ от источника данных;
2 шаг Вычисление производной $x'(t)$;
3 шаг Выполнение определения, к какому состоянию множества V_i относится пара $(x(t), x'(t))$;
4 шаг В зависимости от результата, полученного на предыдущем шаге, паре $(x(t), x'(t))$ присваивается соответствующий УО.

2. Экспериментальные исследования. Анализ данных телеметрии

Примером телеметрических данных может послужить поток данных с КА «Юбилейный». «Юбилейный» — российский малый научный

спутник, созданный ОАО «ИСС» имени академика М. Ф. Решетнёва совместно с группой российских космических предприятий и высших учебных заведений. Предназначен для передачи звуковых сообщений, фото- и видеоизображений, рассказывающих о 50–летии запуска первого искусственного спутника Земли и космической отрасли в целом, а также для участия в образовательных программах студентов ВУЗов и проведения научных экспериментов. Данные передаются с борта космического аппарата по радиоканалу в международном диапазоне частот экспериментальной и радиолюбительской связи 435 МГц и принимаются в любых точках Земли при его прохождении в зонах радиовидимости над ними [6]. КА «Юбилейный» каждую минуту передает данные с датчиков в определенном формате. Данные содержат в себе информацию о напряжении, температуре, силе тока и др. Пример телеметрии приведен в таблице 1.

Таблица 1. Поток телеметрических данных с 4 датчиков

	Значения с датчиков КА			
Время	**Bort_V**	**Bort_A**	**Sun_V**	**Sun_A**
11:08:44	13,9	0,16	0,10	0,00
11:09:44	13,9	0,19	0,10	0,00
11:10:44	13,9	0,19	0,29	0,00
11:11:44	13,9	0,19	0,96	0,00
11:12:44	13,9	0,16	14,21	0,00
11:13:44	14,9	0,16	15,65	3,79

Рассмотрим более подробно изменение телеметрического потока данных в течение некоторого времени на примере датчика Bort_V (рис. 1). Пороговое значение $x*$ для данного датчика задано равным 14,8. Значения, которые превышают данный порог, считаются аномальными.

Таким образом, применение байесовского подхода к данным с датчика Bort_V сводится к определению того, насколько опасно текущее состояние и через какое время значение $x(t)$ будет превышать $x* = 14{,}8$.

Для реализации байесовского подхода на данных с КА «Юбилейный» требуется задать некоторые параметры:

- имеем $dt = 1$;

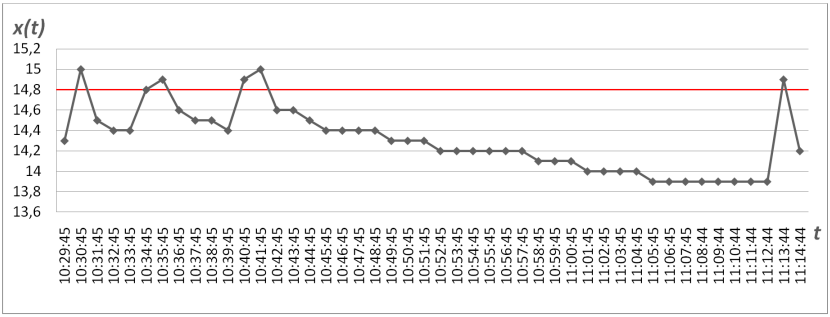


Рис. 1. Изменение телеметрических данных

- возьмем $T = 100$, тогда $N = T/dt = 100$;
- зададим пороговое значение $x* = 14{,}8$;
- обозначим три прогнозные границы (в минутах): $t_1 = 10$, $t_2 = 20$, $t_3 = 50$;
- заданным прогнозным границам приведем в соответствие уровни опасности: $d_1 = 3$ (высокий УО), $d_2 = 2$ (средний УО), $d_3 = 1$ (низкий УО), $d_0 = 0$ (нормальное состояние).

Фрагмент результата работы алгоритма при заданных параметрах приведен на рис. 2.

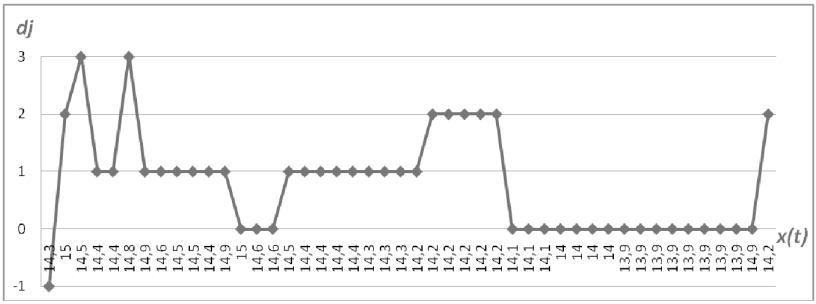


Рис. 2. Уровни опасности для датчика Bort_V

Примечание: УО равный -1 присваивается, если в обучающей части алгоритма для данного состояния $(x(t), x'(t))$ не был определен уровень опасности (т.е. обучающая выборка оказалась недостаточно полной).

Таким образом, получается, что, например, для $x(3) = 14{,}5$ уровень опасности — высокий, т.е. в течение 10 минут $x(t)$ превысит пороговое значение $x* = 14{,}8$, а для $x(29) = 14{,}2$ уровень опасности — средний: $x(t)$ превысит $x*$ в течение 20 минут. Действительно, для $x(3) = 14{,}5$ прогноз сбылся через 4 и 9 минут: $x(7) = 14{,}9$, $x(12) = 14{,}9$. Для $x(41) = 14{,}8$ прогноз сбылся через 16 минут: $x(29) = 14{,}9$.

3. Заключение

Полученные результаты показали, что байесовский подход может успешно использоваться в системах диагностирования для общего предварительного прогнозирования. Кроме того, универсальность этого подхода позволяет использовать его в различных областях. В данной работе рассматривалось применение байесовского подхода для анализа телеметрических данных с космического аппарата. Предполагается, что в силу универсальности предлагаемый подход будет апробирован на задачах обнаружения аномалий сетевого трафика вычислительных систем с целью обеспечения информационной безопасности.

Список литературы

[1] Красоткина О.В., Попов В.А., Нгуен Т.Ч., Моттль В.В. Байесовский подход к оцениванию факторов риска в анализе продолжительности жизни // Известия ТулГУ. Технические науки. — 2013. — №2. —, URL: http://cyberleninka.ru/article/n/bayesovskiy-podhod-k-otsenivaniyu-faktorov-riska-v-analize-prodolzhitelnosti-zhizni. ↑ 29

[2] De Alba E. et al. Bayesian forecasting methods for short time series //The International Journal of Applied Forecasting. – 2007. – Т. 8. – С. 41-44., URL: http://allman.rhon.itam.mx/~mendoza/Foresight.pdf. ↑ 29

[3] Phillip M. Yelland, Shinji Kim, Renee Stratulate, A Bayesian Model for Sales Forecasting at Sun Microsystems // Interfaces 40, 2 (March 2010), 118-129. 2016., URL: http://dx.doi.org/10.1287/inte.1090.0477. ↑ 29

[4] Шаров В.Д. Применение байесовского подхода для уточнения вероятностей событий в автоматизированной системе прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий // УБС. — 2013. — №43. с. 240–253., URL: http://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-bayesovskogo-podhoda-dlya-utochneniya-veroyatnostey-sobytiy-v-avtomatizirovannoy-sisteme-prognozirovaniya-i. ↑ 29

[5] Благовещенский Ю.Н., Кречетова М.Ю., Сатаров Г.А. Экспертно-статистический байесовский подход к сценарному политическому прогнозированию // Полис. — 2012. — №04. — С. 74-98., URL: http://www.politstudies.ru/files/File/2012/4/7.pdf. ↑ 29

[6] Малый Космический Аппарат «Юбилейный» [Электронный ресурс] // Студенческий центр управления полетами СибГАУ: [сайт]. [2016]., URL: http://sat.sibsau.ru/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=3&Itemid=2 (дата обращения: 17.03.2016). ↑ 34

Специфика статьи: Развитие информационно-вычислительных технологий, Алгоритм, Интерактивное приложение или его часть, Методы математической статистики, Языки программирования.

Пример ссылки на эту публикацию:

М. В. Шустова. «Байесовский подход к обнаружению аномалий в потоке данных». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 29–38. URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Научный руководитель:

В. М. Хачумов д.т.н.

Об авторе:

Мария Вениаминовна Шустова

Работа выполнена в рамках СЧ НИР шифр «Мониторинг–СГ–1.2.5.1» по Программе Союзного государства «Разработка космических и наземных средств обеспечения потребителей России и Беларуси информацией дистанционного зондирования Земли» и при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №15–29–06945–офи_м «Развитие моделей, методов и программных средств обработки мультиспектральных снимков, видео–потоков и данных телеметрии для задач космического мониторинга арктической зоны»)

e-mail: m.v.shustova@gmail.com

Maria Shustova. *Bayesian approach to detection of anomalies in data stream.*

Abstract. This paper considers the problem of estimating the probability of abnormal data which are limited by range of acceptable values. The Bayesian estimation is used as a basis in the proposed universal method. Also this paper gives an example of the solution of forecasting problems using the proposed method.

Key words and phrases: bayesian probability, anomaly, forecasting.

Sample citation of this publication:

Maria Shustova. “Bayesian approach to detection of anomalies in data stream”. *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 29–38. (*In Russian*).

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© M. V. Shustova, 2016
© Program Systems Institute of RAS, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

УДК 004.9

Д. М. Понизовкин

Влияние меры сходства на результативность рекомендательных систем

Аннотация. Рассматриваются две основные задачи традиционных рекомендательных систем. Вводятся понятия степени релевантности и релевантности между контентами пользователей или объектов, вычисление которых производится с помощью меры сходства. От выбора меры сходства зависит выполнение транзитивности отношения релевантности. Показано влияние транзитивности на значение критерия качества, который характеризует качество работы. Свойство транзитивности не всегда выполняется в традиционных РС.

Ключевые слова и фразы: рекомендательная система, мера сходства, транзитивность, релевантность контентов.

Традиционная рекомендательная система (далее РС) — это информационная система, целевые задачи которой состоят:

(*1*) в поиске N объектов таких, что степень релевантности их контентов и контента пользователя высока;

(*2*) в выявлении степени релевантности контента некоторого объекта РС контенту пользователя.

Для упрощения изложения будем считать, что между пользователями и их контентами существует взаимно-однозначное соответствие. Тоже верно и для объектов. Далее по тексту контент пользователя и пользователь или контент объекта и объект — синонимичные и взаимозаменяемые понятия. К примеру, говоря, что объекты релевантны, имеется в виду, что релевантны их контенты. Здесь и далее контент — это некоторая структура u, которая хранит информацию о пользователе, или t, которая хранит информацию об объекте. Множество контентов пользователей обозначим U, $|U| = |U|$, объектов — T, $|T| = |T|$. Между любыми двумя контентами *выполняется отношение релевантности* $\mathbf{R}$, если *степень их релевантности высока.* Говоря о степени релевантности или релевантности пользователя или объекта,

© Д. М. Понизовкин, 2016
© Институт программных систем имени А. К. Айламазяна РАН, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

будем предполагать степень релевантности или релевантность их контентов. Степень релевантности u^i и t^j задается самим пользователем РС оценкой v^i_j по некоторой шкале $\mathcal{S}$ в момент работы с системой, однако не для каждой пары (u^i, t^j) $\exists$ v^i_j. Степень релевантности может быть вычислена алгоритмически через задание *меры сходства* sim — функции, сопоставляющей паре контентов вещественное число, определяющее степень релевантности в области определения $\mathcal{D}_{\text{sim}}$ меры сходства. Система (V, e, sim) ранжирует множество V: $\text{sim}(v_i, e) \geq \text{sim}(v_{i+1}, e)$.

Первая целевая задача РС называется top-N [1]. Она заключается в формировании подмножества $T^a_{\text{top}} = \{t \in T' \subset T | t\mathbf{R}u^a\}$, $|T^a_{\text{top}}| = N$, u^a — активный пользователь системы, для которого в данный момент решается задача РС.

Вторая целевая задача РС называется задачей *прогнозирования неизвестной оценки* v^a_p [2] и определяется как вычисление такой оценки vp^a_p , что $vp^a_p \approx v^a_p$.

Для оценки качества работы РС проводится тестирование [3], после которого производится расчет *критерия оценки*. Критерий оценки — функция, сопоставляющая результату вещественное число, по которому можно судить о качестве РС. Множество входных данных, как правило, разбивается на два подмножества: обучающее (будем индексировать его и его элементы символом 0), на котором производится тест, и тестовое (будем индексировать его и его элементы символом $\times$), с котором производится сравнение полученного результата.

1. Сравнение качества традиционных РС при использовании различных мер сходства

Для проведения тестов РС была взята база данных MovieLens 1M. Описание данных:

- число пользователей — 6040;
- число объектов — 3952;
- $v^i_j \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$;

На этих данных была решена задача прогнозирования в традиционной модели РС с использованием коэффициента корреляции Пирсона в качестве меры сходства. Полученные результаты сравнивались с традиционной РС, работающей с контентами, которые представляют собой нечеткие множества. Описание подобного представления данных

приведено в [4].Для этого была проведена небольшое реформирование контентов пользователей: $v_j^i = \frac{(v_j^i - 1)}{4}$ и использованием расстояния Хэмминга в качестве меры сходства. *Кроме данной реформации данных никаких других настроек системы с целью улучшения результата не производилось.*

Для получения хороших показателей критериев качества оценки РС, необходимо, чтобы выполнялось свойство транзитивности релевантности контентов. Однако данное свойство выполняется не всегда в традиционных РС. Качество традиционных РС можно повысить с помощью небольшой реформации данных и использовании мер сходства, обладающих метрическими свойствами.

Список литературы

[1] M. Deshpande, G. Karypis. “Item-based top-N recommendation algorithms”, *ACM Transactions on Information System*, **22**:1, pp. 143–177. ↑ 40

[2] X. Su, T. M. Khoshgoftaar. “A Survey of Collaborative Filtering Techniques”, *Advances in Artificial Intelligence*, **2009**, pp. 19. ↑ 40

[3] Д. П. Понизовкин. «Влияние меры сходства на результативность РС», *Программные системы: теория и приложения*, **5**:5(23) (2014), с. 55–65, URL: http://psta.psiras.ru/read/psta2014_5_55-65.pdf ↑ 40

[4] С. А. Амелькин, Д. П. Понизовкин. «Математическая модель задачи top-N для контентных рекомендательных систем», *Известия МГТУ МАМИ*, **2**, с. 26–31. ↑ 41

Специфика статьи:.

Пример ссылки на эту публикацию:

Д. М. Понизовкин. «Влияние меры сходства на результативность рекомендательных систем». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 39–42.

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Об авторе:

Денис Михайлович Понизовкин

Автор статьи — аспирант, интересом исследований которого является область рекомендательных систем.

e-mail: denis.ponizovkin@gmail.com

Denis Ponyzovkin. *Quality of recommender systems and transitivity of content's relevance.*

Abstract. In this talk, we propose relevance and degree of relevance of user's or item's contents. Heuristic motivations of traditional recommender systems assume that there is transitivity property of relevance. We approve importance of transitivity property and show that transitivity not performed for mamy of traditional recommender systems. (*in Russian*).

Key words and phrases: traditional recommender system, similarity measure, transitivity, content's relevance, evaluation metric.

Sample citation of this publication:

Denis Ponyzovkin. "Quality of recommender systems and transitivity of content's relevance". *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 39–42. (*In Russian*).

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© D. M. Ponyzovkin, 2016
© Ailamazyan Program Systems Institute of RAS, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

А. А. Петров

Создание системы автоматического управления погружного жидкостного охлаждения высокопроизводительных кластеров

Аннотация. Работа посвящена созданию системы управление погружным охлаждение высокопроизводительного кластера. В статье представлены разработки программного кода, а также графическая среда. Проведены работы по оптимизации и экономии энергии.

Ключевые слова и фразы: OpenSCADA, ModBUS, конфигурация, визуализация, виджеты, мнемосхема. .

1. Введение

С развитием персональных компьютеров происходит развитие систем охлаждения. В настоящее время с каждым годом появляются все новые виды систем охлаждения (водное, на тепловых трубках, азотное, frion и др.). Современные кластеры выделяют колоссальное количество теплоты, что в свою очередь приводит к использованию огромного количества вентиляторов и созданию особых тепловых коридоров для охлаждения подобных систем. Но вентиляция наращивает энергопотребление системы и значительно увеличивает шумы, а также риски. При неисправности одного из кулеров возникают проблемы работы системы охлаждения. Главной задачей создателей систем охлаждения является снижение энергопотребления и количество выделяемого тепла, но традиционное воздушное охлаждения снижает потенциал работ. Конструкторы надеются преодолеть ограничения воздушного охлаждения, предлагая погрузить оборудование серверов или других систем непосредственно в жидкость. Эффективность жидкостного охлаждения состоит в том, что можно увеличить количество серверов за счет увеличение плотности и при этом избегать горячих точек, вызванных неправильным распределением горячего воздуха по системе и его блокировки элементами конструкции. Погружное жидкостное охлаждение обладает большим энергосбережение, что позволяет длительное время держать нужную

© А. А. Петров, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

температуру, даже при неисправных или выключенных вентиляторах. Снижение затрат на эксплуатацию – одно из главных качеств таких систем охлаждения. Благодаря этому снижаются расходы на электроэнергию, а из-за большей плотности и отсутствию воздушной системы, освобождаются места в серверном зале.

2. Задача

Для контроля теплового режима вычислительных кластеров, возникла необходимость в разработке алгоритма системы управления, написание программного кода, внедрение его в проект программы OpenSCADA и проверка на реальной машине.

3. Алгоритм

Для построения алгоритма системы управления была решена задача минимизации энергозатрат на поддержание целевой температуры в баке, не превышающей 50 градусов, при разных температурах наружного воздуха. Система управления реализована по 3-м контурам. Температура жидкости на входе и выходе из бака и температуре воды на выходе драйкулер. Управляющими воздействиями являются режимы работы насосов и вентиляторов. Реализация была основана на языке Java Like Calc (Java подобный язык). В основе программного кода лежит получение данных с управляемых и считываемых элементов, обработка алгоритма и передача управляющих воздействий на реле. Объем занял 2000 строк.

4. OpenSCADA

В качестве управляющей программы для нашей системы была выбрана OpenSCADA. OpenSCADA – это свободная в доступе программа использующая принцип многоплатформенности. В переводе с английского SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) означает «Системы диспетчерского управления и сбора данных». Эту терминологию зачастую используют в технологиях автоматических процессов. Система OpenSCADA, как и родственные ей SCADA-системы, обладают стандартным набором функций (архивирование, выдача информации, сбор данных, управляющие воздействия и т.д.). Но дополнительные возможности с выбором протоколов, датчиков опроса, и возможности реализации наших задач АСУ ТП, со подвигло именно на этот SCADA-комплекс. При инсталляции OSCADA-пакетов,

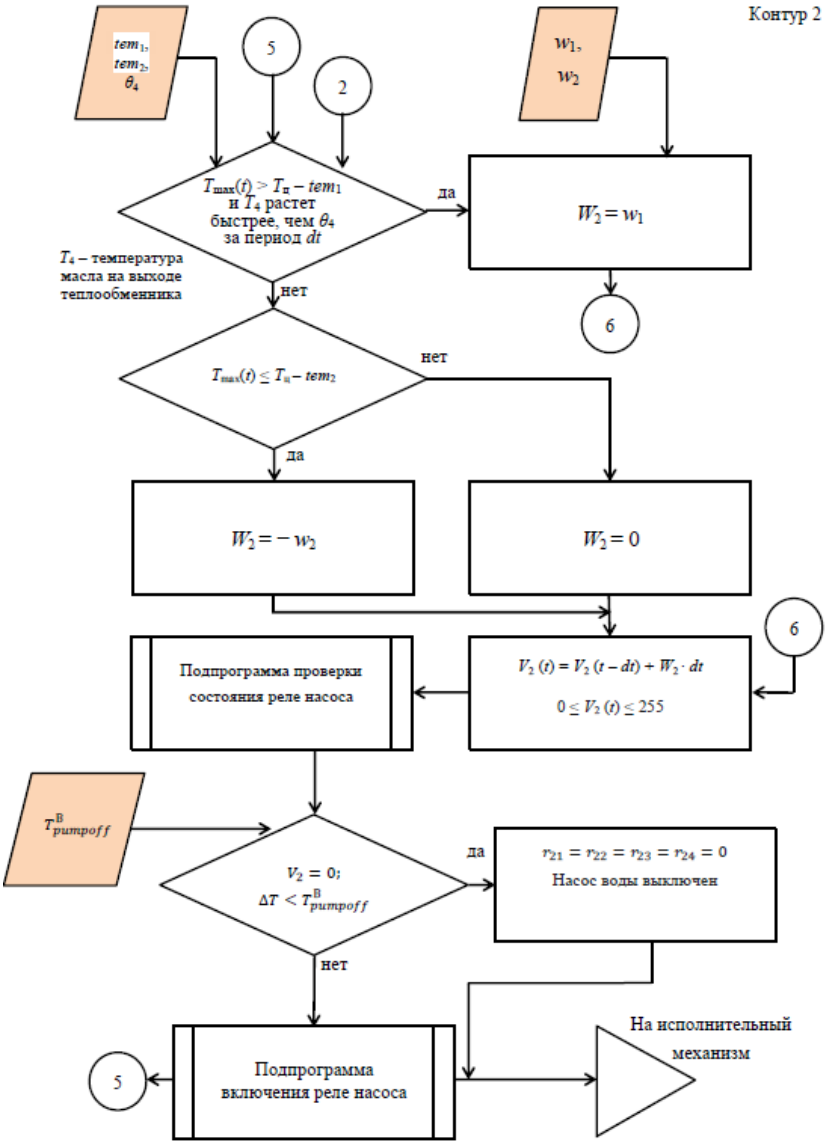


Рис. 1. Алгоритм

система обладает базовым набором модулей. Набор характеризуется версией программы и набором общих задач (на основе запросов пользователей), но набор модульных подсистем может увеличиваться путем подключения модулей. Модульная система в OSCADA имеет статичное состояние вместе с используемой библиотекой. Это позволяет внедрять имеющиеся функции в существующие программы, а также программировать новые на основе этой системы. Также модульную систему можно запустить по средствам запуска программы. Модули системы OSCADA динамичны и привязаны к библиотекам. Каждая такая библиотека наполнена рядом различных модулей. Загруженность библиотек модулями разными типами определяет ее функциональность. Такая реализация позволяет динамически заменять или апдейтить имеющиеся модули, даже во время работы. Такой метод хранения, кода модулей находиться в динамических библиотеках, являться основным принципом систем OpenSCADA. Но также существует возможность реализации своих методов хранения кода модулей.

5. Разработка

Непосредственно разработка шла в 3 этапа. Первый - это создание конфигурационной части. Она являлась скелетом для дальнейшего проекта. Обеспечение транспортных связей, сбор данных, безопасность, первоначальная обработка - это основные критерии конфигурационных работ. Создание визуальной представляющей - это второй этап разработки. Здесь создавался эскиз дальнейшей мнемосхемы, с использование графической составляющей. Финальным этапом разработки было написание программного кода и объединение всех частей системы в один проект.

5.1. Конфигурация

Разработка системы управления началась непосредственно с конфигурации оборудования. Первым делом было необходимо обеспечить связь между внешними блоками и нашей программой. Из предоставленных вариантов использована связь по последовательным интерфейсам. Общение с контроллерами идет с использованием всего одного порта, работающего в сетях RS-485. Конфигуратор системы OpenSCADA является модуль QTCfg. Конфигуратор реализован на основе пользовательского интерфейса. В основе этого модуля лежит, един интерфейс управления OpenSCADA, следовательно, используется единый интерфейс конфигурации.

Работа в мнемосхеме подразумевает возможность группам с разными правами доступа и возможностями осуществлять воздействия на управляющие элементы. Было создано 5 типов пользователей.

После установки связи с элементами необходимо получить данные с устройство обработать их для дальнейшей эксплуатации. Модуль сбора данных ModBus был использован для этого. Для начала необходимо было создать количество контроллеров равное управляющим устройствам. Каждый из таких контроллеров обладает атрибутами для настройки. С начало необходимо установить все тайминги: 1 – время опросов датчиков, оно колебалось от 1 – до 4 секунд в зависимости от типа и возможностей устройства. 2 – время отклика устройства. 3 – количество попыток запроса. Следующий и самый важный, это адрес прокола ModBus, по которому и осуществляется передача данных.

Полученные данные имеют погрешности и требуют обработки. OpenSCADA оборудована различными модулями для обработки и работы с данными. Мы использовали LogicLev для корректного вывода данных. Данные модуль работает на основе базовых шаблонов или написанных пользователем. Для каждого контроллера использовался свой шаблон, но принцип обработки одинаковых параметров осуществляется по единому принципу, но особенности контроллеров разные.

Заключительной частью написания конфигурации является архивация данных. У параметров контроллеров есть атрибут архивации, как на значение, так и текст. Указав нужные параметры можно создать архивы нужных значений. OpenSCADA обладает особым способ архивации данных. Данные по этому поводу не опубликованы, но известно, что используется бинарное кодирование

5.2. Визуализация

Одной из главных частей является создание визуального представления программной и конфигурационной части. Данная работа проводиться в модуле Vision. Модуль Vision предоставляет механизм конечной визуализации среды визуализации и управления (СВУ) в систему OpenSCADA. Модуль основан на многоплатформенной библиотеке графического пользовательского интерфейса (GUI). В своей работе модуль использует данные движка СВУ (модуль VCAEngine). Система OpenSCADA имеет гибкую архитектуру, которая позволяет создавать внешние интерфейсы, в том числе и пользовательские, на

любой основе и на любой вкус. Например, среда конфигурации системы OpenSCADA доступна как на Qt библиотеке, так и на Web-основе. Разработка интерфейса СВУ выполняется в одном окне, реализующем многодокументный интерфейс (MDI). Данный подход позволяет одновременно редактировать несколько кадров различных размеров. Использованы следующие механизмы управления разработкой: панели инструментов, пункты меню и контекстное меню. Большинство действий дублируются разными механизмами, что позволяет быстро найти инструмент предпочитаемым способом. Навигационные интерфейсы реализованы присоединяемыми окнами. Конфигурация панелей инструментов и присоединяемых окон сохраняется при выходе и восстанавливается при старте, что позволяет настраивать интерфейс под себя. В основном пространстве рабочего окна размещаются окна страниц проектов, кадров библиотек виджетов, пользовательских элементов и элементов примитивов на момент их визуального редактирования. Для редактирования свойств визуальных элементов предусмотрено два диалога. Первый диалог позволяет редактировать свойства контейнеров визуальных элементов (библиотек виджетов и проектов). Второй диалог для редактирования свойств самих визуальных элементов. Изменения, внесённые в диалогах, сразу же попадают в движок СВУ. Для сохранения этих изменения в БД или восстановления из БД необходимо воспользоваться соответствующими инструментами главного окна разработки. Диалог редактирования свойств визуальных элементов содержит четыре вкладки: вкладку конфигурации основных параметров, вкладку атрибутов элемента, вкладку обработки элемента и вкладку связей элемента. На разных уровнях иерархии визуальных элементов какие-то вкладки могут быть доступны, а какие-то нет. Непосредственно связь с динамикой происходит через поле обработки и поле связи. Если в атрибутах виджета выставить пункт связи, то данный пункт появиться в связи и можно указать путь до тех данных, полученных через ModBus. Некоторые виджеты имеют данные настройки по умолчанию, но при необходимости можно их изменить. На основе возможностей графического редактора создан эскиз мнемосхемы. После происходит реализация проекта. Это условная часть, необходимая для дальнейшей работы. Проект – это объединение всех виджетов в единую структуру. Так как была создана одна эскиз страница, она и будет являться ключевой частью нашего проекта.

5.3. Программная часть

Чтобы обеспечить передачу данных со считываемых устройств и подача сигналов с мнемосхемы на управляющие элементы, использовался один из разделов виджетов – связь. Её главным назначением является, обеспечение пути передачи данных, ранее обработанных в разделах конфигурации. Существует несколько способ передать данные по этим связям. Нами было использована два – для аналоговых виджетов и глобальная переменная. Первый способ включает в себя прямое подключение к аналоговым элементам, имею прямой графический вывод на мнемосхему. К таким относится – температура, давление и режимы скоростей. Второй способ – это непосредственно дальнейшая работа с данными в виде переменной. В основе бэкграунда (группы элементов) создается необходимые переменные, с присущими им id для дальнейшей идентификации. Чтобы обеспечить связь с данными, потребовалось установить их как параметры и выставить тип связи – входная связь и полная связь. Входная связь - обеспечивала получение полного пакета данных из конфигуратора, без возможности возврата данных. По этому принципу построены сигнализации и сообщения об ошибке. Полная связь, в свою очередь позволяет читать и записывать значения. Непосредственно управляющие элементы построены именно так. Данные, которые используют такой способ, имеют логический тип, но для передачи в регистр coil необходимо использовать 1 для true и 0 для false. После установки связи с элементами мнемосхемы и переменными, остаётся обрабтка этих данных с условиями алгоритма и написание программного кода. В результате всех проделанных действий был создан проект с ситемой управления, удобным интерфейсом мнемосхемы и алгоритмом действий.

6. Заключение

За счет проделанной работы, проект был запущен на высоко вычислительном комплексе в МИФИ. С внедрением системы, уменьшились затраты энергопотребление, тепловой режим не превышает 50 градусов. На экране монитора кластера представлена мнемосхема с удобным интерфейсом для пользователя.

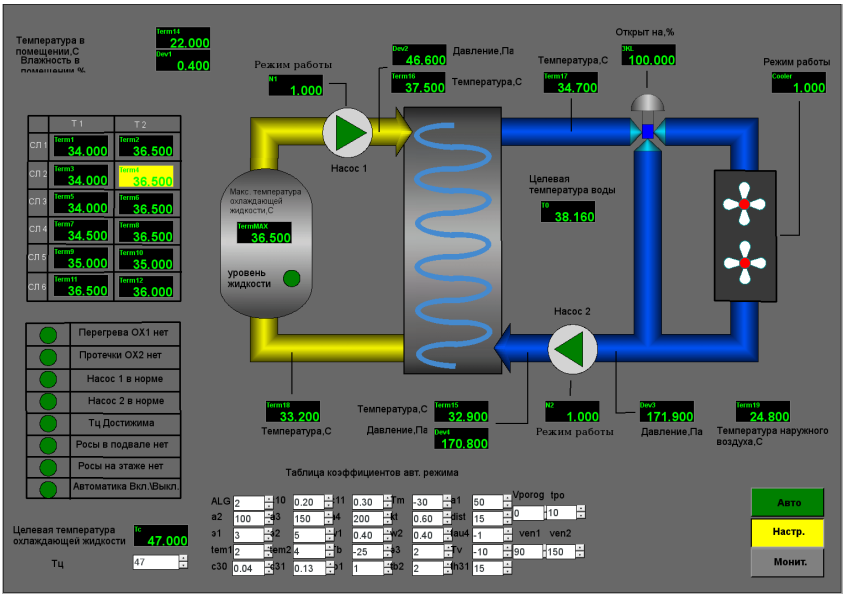


Рис. 2. Мнемосхема в OpenSCADA

Список литературы

[1] Иммерсионное жидкостное охлаждение для ультра-плотных ЦОДов http://www.alldc.ru/experts/2437.html. ↑

[2] Astra-linux http://astra-linux.com. ↑

[3] SCADA https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA. ↑

[4] Master SCADA http://www.masterscada.ru. ↑

[5] SCADA Trace mode http://www.adastra.ru. ↑

[6] Simplight miniSCADA http://simplight.ru. ↑

[7] Citect SCADA http://www.scada.ru. ↑

[8] OpenSCADA http://oscada.org/ru. ↑

[9] Архитектура OSCADA http://oscada.org/ru/glavnaja/o-proekte/.↑

[10] Список модулей http://oscada.org/ru/glavnaja/moduli/. ↑

[11] Программная составляющая http://habrahabr.ru/post/238537/. ↑

[12] Конфигурация http://wiki.oscada.org/Doc/QTCfg. ↑

[13] Serial http://wiki.oscada.org/Doc/Serial?v=ujf. ↑

[14] ModBUS http://wiki.oscada.org/Doc/ModBus?v=kqg. ↑

[15] LogicLev http://wiki.oscada.org/Doc/LogicLev?v=18mf. ↑

[16] JavaLikeCalc http://wiki.oscada.org/Doc/JavaLikeCalc?v=qzi. ↑

[17] OWEN http://www.owen.ru. ↑

Специфика статьи: Развитие информационно-вычислительных технологий, Повышение эффективности деятельности предприятий, *Алгоритм*, *Подпрограмма или библиотека программ*, Языки программирования, *Программы для разработки технических устройств*.

Пример ссылки на эту публикацию:

А. А. Петров. «Создание системы автоматического управления погружного жидкостного охлаждения высокопроизводительных кластеров». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 43–51. URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Научный руководитель:

С. А. Амелькин к.т.н.

Об авторе:

Алексей Анатольевич Петров

УГП имени А. К. Айламазяна

e-mail: reykon2010@yandex.ru

Alexey Petrov. *The creation of a system of automatic control of a submersible liquid-cooled HPC clusters.*

Abstract. The work is devoted to creation of system of the immersion cooling for high-performance cluster. The article presents the development of code and graphics environment. Held work on optimization and energy saving.

Key words and phrases: OpenSCADA, ModBUS, configuration, visualization, widgets, mnemonic..

Sample citation of this publication:

Alexey Petrov. “The creation of a system of automatic control of a submersible liquid-cooled HPC clusters”. *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 43–51. (*In Russian*).

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© A. A. Petrov, 2016
© Pereslavl University, 4M21, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

А. М. Пичугин

Моделирование управления мобильным роботом с прицепом

Аннотация. В статье описано создание модели управления мобильным роботом с прицепом в программном комплексе Wolfram Mathematica. Модель отражает траекторию робота из начального положения в конечное. Представлен алгоритм поиска управлений для движения робота без прицепа и с двумя типами сцепки робота и прицепа: на оси движения колес робота и вне оси движения колес.

Ключевые слова и фразы: Wolfram Mathematica, мобильный робот с прицепом, поиск управлений,траектория движения.

Введение

Сегодня под «роботом» часто подразумевают любую автоматическую машину, чьё поведение напоминает разумное человеческое [1]. Роботы еще очень далеки по своим интеллектуальным возможностям от человека, однако сфера их применения постоянно расширяется благодаря универсальности. Существует множество роботов, созданных для самых разных целей: технологических, транспортных, информационных и т. д.

Опишем модель мобильного робота с прицепом, рассматриваемую в данной работе (рис. 1). Робот (прямоугольник с вектором направления и центром в точке A) связан с прицепом (прямоугольник с центром в точке B). Точка C — место сцепки робота и прицепа.

Существуют роботы трех видов, робот без прицепа или с двумя типами сцепки робота и прицепа: на оси движения колес робота и вне оси движения колес робота. Вид робота зависит от параметров l_r и l_t, где l_r — расстояние от точки A до точки C, l_t — расстояние от точки B до точки C. При $l_r = 0$ сцепка находится в точке A. При $l_t = 0$ прицеп отсутствует. Состояние робота с прицепом описывается четырьмя параметрами (x,y,θ,φ). Здесь $(x, y) \in \mathbb{R}^2_{(x,y)}$— координаты центра оси движения колес робота (точка A), $\theta \in S^1_\theta$ — угол, определяющий

© А. М. Пичугин, 2016
© УГП, ЗИЗ2, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

направление движения робота, $\varphi \in S^1_\varphi$— угол между направлением движения робота и направлением движения прицепа. Зная значение параметров (x,y,θ,φ,l_r, l_t), мы можем однозначно восстановить координаты точек A, B, C. Пространство состояний $M = \mathbb{R}^2_{(x,y)} \times S^1_\theta \times S^1_\varphi$ является четырехмерным.

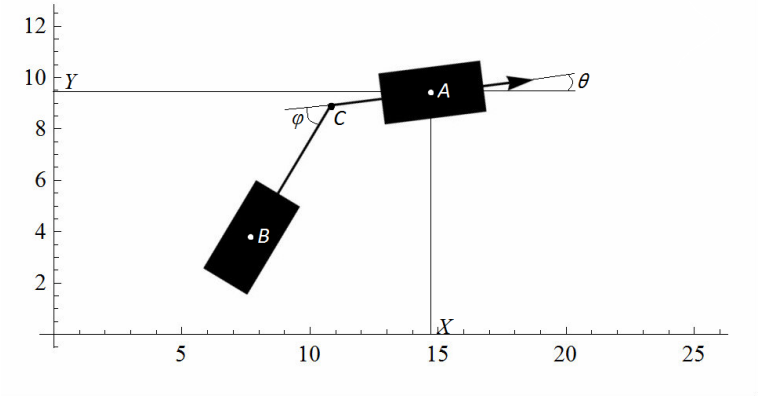


Рис. 1. Общая модель мобильного робота с прицепом

Движение робота с прицепом по траектории описывается системой дифференциальных уравнений [2] с функциональными параметрами (управлениями):

$$
\begin{aligned}
\dot{x} &= u_1 \cos\theta, \\
\dot{y} &= u_1 \sin\theta, \\
\dot{\theta} &= u_2, \\
\dot{\varphi} &= -\frac{u_1\varphi}{l_t}\sin\varphi - \frac{l_r u_2}{l_t}\cos\varphi - u_2,
\end{aligned} \tag{1}
$$

где (u_1, u_2) — управления. u_1 — линейная скорость робота, u_2 — угловая скорость робота. Основной задачей является построение корректной траектории движения робота из начального положения в конечное. Траектория будет строиться на основе найденных управлений (u_1, u_2). Поиск управлений осуществляется с помощью кусочно-постоянных функций.

В программном комплексе Wolfram Mathematica [3] были разработаны 2 интерфейса: интерфейс для построения траектории движения робота с прицепом на основе заданных управлений (рис. 2) и интерфейс для нахождения управлений по заданному конечному положению (рис. 4). Различие между этими интерфейсами заключается в том, что в первом случае управления уже известны, и основываясь на них строится траектория движения робота, во втором случае известно конечное положение робота, основываясь на этом осуществляется поиск управлений.

1. Интерфейс для построения траектории по заданным управлениям

Одним из примеров применения системы (1) является интерфейс, моделирующий движение робота по траектории, построенной на основе заданных управлений. Конечное положение робота априори неизвестно.

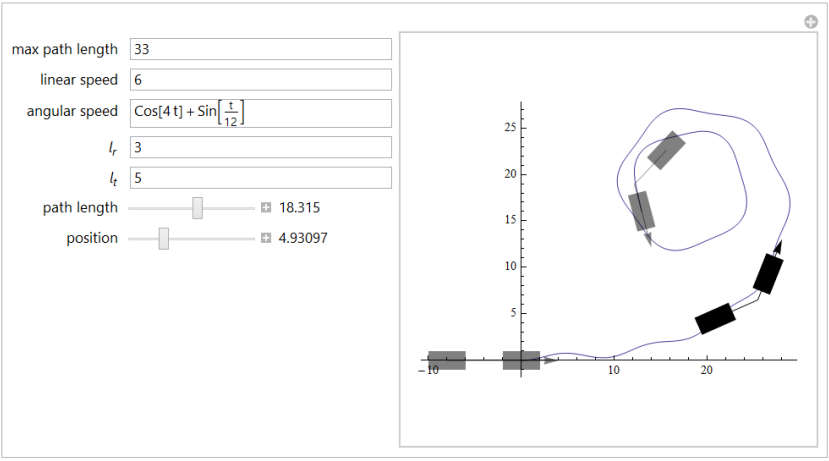


Рис. 2. Интерфейс для построения траектории по заданным управлениям

В данном интерфейсе система (1) решалась численно, с помощью стандартной функции NDSolve программного комплекса Wolfram Mathematica.

Начальное и конечное положения робота с прицепом обозначены «роботами — призраками». Начальное положение робота находится в начале координат, а начальные углы нулевые:

$$x(0) = y(0) = \theta(0) = \varphi(0) = 0$$

Параметры интерфейса:

- `max path length` — максимальная длина строящейся траектории, в поле следует вводить число, большее или равное 0,0001;
- linear speed — первое управление, линейная скорость робота. В поле следует вводить либо числовое значение, либо функцию, зависящую от t;
- `angular speed` — второе управление, угловая скорость робота. В поле следует вводить либо числовое значение, либо функцию, зависящую от t;
- l_r — расстояние от центра робота до точки сцепки, следует вводить числовое значение, которое больше или равно нулю. При $l_r = 0$ сцепка находится на оси движения колес робота;
- l_t — расстояние от центра прицепа до точки сцепки, следует вводить числовое значение, которое больше или равно нулю. При $l_t = 0$ прицеп отсутствует;
- `path length` — конечное положение робота (призрак конечного положения). Так же есть призрак начального положения робота — робот стоит в начале координат с углами отклонения от оси абсцисс равными 0. Значение этого параметра должно находиться в пределах: от 0 не включительно до `max path length` включительно;
- `position` — текущее положение робота, может принимать значения от 0 до `path length`. При значении 0, робот будет находиться в положении, которое полностью совпадет с призраком начального положения робота в начале координат. При значении параметра равного `path length`, робот будет находиться в конечном положении и полностью совпадет с «роботом-призраком» в конечном положении.

Параметры l_r и l_t существенно влияют на поведение прицепа при движении робота. Если значения этих параметров достаточно большие, прицеп будет значительно отклоняться от траектории движения робота. Однако значения этих параметров не могут быть слишком маленькими, поскольку возможно соприкосновение робота и прицепа, чего нельзя допускать.

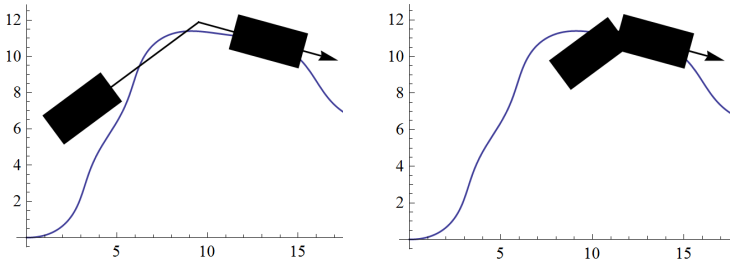


Рис. 3. Влияние параметров l_r и l_t на вид робота с прицепом

2. Интерфейс для нахождения управлений по заданному конечному положению

Задача перемещения мобильного робота из начального положения в конечное, формализуется в математике как конструктивная задача управления [4]. Траектория движения строится на основе кусочно-постоянных управлений. Для нахождения управлений, помимо системы (1), фиксируются граничные значения:

$$x(0) = y(0) = \theta(0) = 0,$$
$$x(1) = x_1, y(1) = y_1, \theta(1) = \theta_1.$$

Алгоритм поиска кусочно-постоянных управлений реализован лишь для робота без прицепа. Решение системы для робота с прицепом не было использовано, поскольку его применение оказалось достаточно проблематичным (выражение для $\varphi(1)$ занимает около трёх страниц).

В ходе поиска управлений было определено, что одного переключения недостаточно для управления роботом без прицепа. И для построения корректной траектории необходимо минимум два переключения. То есть весь временной отрезок от 0 до 1 разбивается на 3 части. Для каждого из отрезков ищутся управления u_1 и u_2, в сумме 6 параметров u_{ij}.

$$(u_1, u_2) = \begin{cases} (u_{11}, u_{12}), t \in [0, \frac{1}{3}], \\ (u_{21}, u_{22}), t \in [\frac{1}{3}, \frac{2}{3}], \\ (u_{31}, u_{32}), t \in [\frac{2}{3}, 1]. \end{cases}$$

Последовательное интегрирование системы (1) дает систему из трёх уравнений с шестью неизвестными. Три неизвестных определяем как константы. Оставшиеся неизвестные выражаем чрез θ_1, x_1, y_1 и три константы.

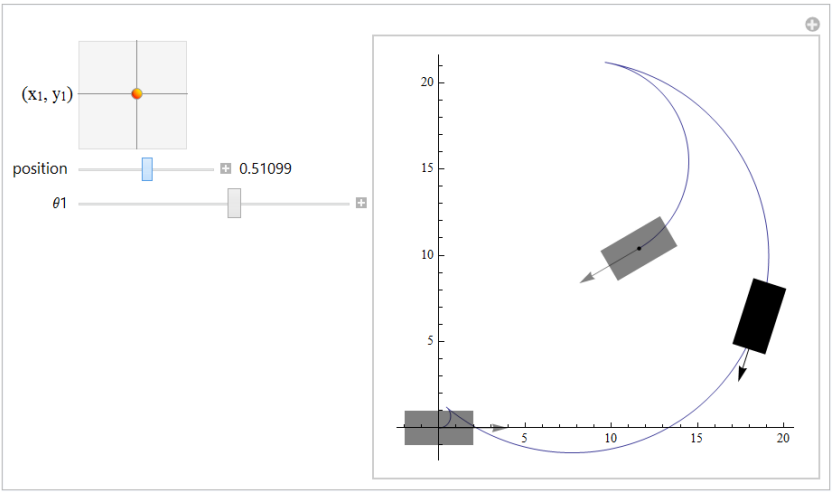


Рис. 4. Интерфейс для нахождения управлений по заданному конечному положению

Параметры интерфейса:

- (x_1, y_1) — координаты конечного положения робота. $x_1 \in [-20, 20]$, $y_1 \in [-20, 20]$.
- `position` отвечает за положение робота на траектории в определенный момент времени, position изменяется от 0 до 1. При `position` $= 0$ робот будет находиться в начальном положении, при значении `position` $= 1$ робот будет находиться в конечном положении.
- θ_1 отвечает за угол отклонения робота от оси x в конечном положении. θ_1 изменяется от 0 до 2π.

Задачей интерфейса является лишь поиск управлений, без каких-либо оптимизаций (управления не оптимальны). Поэтому траектория робота, построенная на основе таких управлений, может казаться достаточно странной.

3. Заключение

В ходе работы, в программном комплексе Wolfram Mathematica были разработаны 2 интерфейса [5]. Интерфейс для построения траектории по заданным управлениям реализован полностью и использовался для проверки «сложных управлений». Интерфейс для поиска кусочно-постоянных управлений был реализован лишь для робота без прицепа, поскольку во время работы выяснилось, что применить полученное решение слишком проблематично.

В будущем, поиск управлений для робота с прицепом планируется реализовать с помощью нильпотентной аппроксимации, поскольку такой способ позволяет решать более широкий круг задач, но решение будет уже не точным, а приближенным.

Список литературы

[1] Е. И. Юревич. Основы робототехники: учеб. пособие. — 3-е изд. перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 368с.: ил.. ↑ 53

[2] J.-P. Laumond. Nonholonomic Motion Planning for Mobile Robots. Tutorial notes, 1998, 112 p.. ↑ 54

[3] URL: http://www.wolfram.com/mathematica/.. ↑ 55

[4] А. П. Маштаков. Алгоритмическое и программное обеспечение решения конструктивной задачи управления неголономными пятимерными системами // Программные системы: теория и приложения : электрон. научн. журн. 2012. Т. 3, No. 1(10), с. 3–29. URL: http://psta.psiras.ru/read/psta2012_1_3-29.pdf.. ↑ 57

[5] URL: http://demonstrations.wolfram.com/.. ↑ 59

Специфика статьи: Развитие фундаментальной науки, *Развитие робототехники и сложной механики*, Подпрограмма или библиотека программ, *Интерактивное приложение или его часть*, *Дифференциальное и интегральное исчисления*, Языки программирования.

Пример ссылки на эту публикацию:

А. М. Пичугин. «Моделирование управления мобильным роботом с прицепом». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 53–60.

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Научный руководитель:

Ю. Л. Сачков д.ф.-м.н.

Об авторе:

Алексей Михайлович Пичугин

УГП, 3И32

e-mail: Pam11@mail.ru

Aleksey Pichugin. *Simulation of mobile robot control with trailer.*

Abstract. The article describes a control model for a dynamic robot with a trailer in Wolfram Mathematica. A model reflects the trajectory of the robot from initial position to final one. The algorithm to search controls is presented for motion of the robot without a trailer and with two types of connections of robot and trailer : on the axis of motion of robot wheels and out of axis of motion of wheels.

Key words and phrases: Wolfram Mathematica, mobile robot with trailer, search of controls, trajectory of movement.

Sample citation of this publication:

Aleksey Pichugin. "Simulation of mobile robot control with trailer". *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 53–60. (*In Russian*).

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© A. M. Pichugin, 2016
© Pereslavl University, 3I32, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

А. А. Демидов

Разработка имитационных математических моделей процесса теплообмена в иммерсионной системе охлаждения

Аннотация. В работе рассмотрены задачи: определение оптимальных параметров : длинна и толщина ламелей, количество ламелей - пластинчатых радиаторов; наиболее эффективного способа подачи жидкости для игольчатых и пластинчатых радиаторов, используемых в ПЖСО. Построены математические модели радиаторов, поставлена и решена задача оптимизации по критерию минимальной температуры кристалла процессора при заданной мощности тепловыделения и температуры жидкости, поступающей к радиатору.

Ключевые слова и фразы: Жидкостное охлаждение высокопроизводительных комплексов, SolidWorks.

Введение

ЭВМ, как и любое устройство, потребляющее энергию, выделяет тепло. Исходя из первого закона термодинамики: $dU = Q\breve{}A$ «Изменение dU внутренней энергии неизолированной термодинамической системы равно разности между количеством теплоты Q, переданной системе, и работой A, совершенной системой над внешними телами». Так как при своей работе, ЭВМ не совершает никакой механической работы, вся полученная энергия преобразуется в тепло.

С ростом вычислительной мощности ЭВМ (наиболее существенны следующие факторы: рост тактовых частот процессора, чипсета, шины памяти и прочих шин; рост числа транзисторов и ячеек памяти в чипах; увеличение мощности, потребляемой узлами.), растёт потребление электричества, а следовательно увеличивается тепловыделение. Для стабильной работы и во избежание выхода из строя компонентов, необходимо охлаждение.

© А. А. Демидов, 2016
© ЧОУ ВО ИПС "УГП им. А.К. Айламазяна 4М21, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

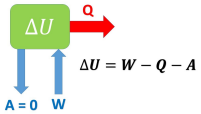


Рис. 1. Первый закон термодинамики

1. Классификация систем охлаждения:

(*1*) Воздушное охлаждение: На сегодняшний день воздушное охлаждение является наиболее распространенным. Принцип действия системы воздушного охлаждения заключается в том, что тепло с нагревающегося элемента напрямую передается на радиатор, и затем рассеивается в окружающее пространство. Эффективность такого метода охлаждения зависит от нескольких условий: полезной площади радиатора, материала, из которого он изготовлен и скорости проходящего воздушного потока. К примеру, медь является лучшим проводником тепла, чем алюминий, правда и стоимость ее гораздо выше.

(*2*) Жидкостное охлаждение: Основное преимущество – скорость охлаждения, поскольку теплопроводность жидкости гораздо выше, чем у воздуха. Основой жидкостного охлаждения является хладагент - рабочая жидкость, с помощью которой тепло отводится радиатора, где затем рассеивается в окружающую среду. В качестве такой рабочей жидкости может использоваться дистиллированная вода, масло, антифриз, жидкий металл или другое специальное вещество. Помимо радиатора и трубок, по которым проводится рабочая жидкость, система водяного охлаждения включает в себя насос для циркуляции жидкости, резервуар для компенсации теплового расширения жидкости и теплосъемник – металлическую пластину, которая собирает тепло с компонентов компьютера.

(*3*) Термоэлектрические системы охлаждения: Термоэлектрический эффект был открыт французом Жаном Пельтье и с тех пор носит его имя. Суть явления заключается в изменении температуры полупроводниковых соединений при прохождении через них тока в определенном направлении. Современные системы Пельтье представляют собой пару пластин, контактирующих с системой полупроводников. В результате прохождения тока определенной полярности через полупроводниковые переходы одна из пластин

охлаждается и служит радиатором, а вторая нагревается и используется для отвода тепла. Хорошая одноступенчатая система Пельтье обеспечивает разность температур до 70С градусов. Еще большего эффекта можно достичь путем каскадного подключения нескольких модулей Пельтье.

(*4*) Гибридные системы охлаждения: Системы, включающие несколько видов активного охлаждения, называют гибридными. Простые гибридные системы состоят из компонентов воздушного и водяного охлаждения.

Любой способ охлаждения основан на теплоотдачи. Теплопередача — физический процесс передачи тепловой энергии от более горячего тела к более холодному либо непосредственно (при контакте), либо через разделяющую (тела или среды) перегородку из какого-либо материала. Когда физические тела одной системы находятся при разной температуре, то происходит передача тепловой энергии, или теплопередача от одного тела к другому до наступления термодинамического равновесия. Самопроизвольная передача тепла всегда происходит от более горячего тела к более холодному, что является следствием второго закона термодинамики. При теплоотдачи важнейшим фактором является теплопроводность – процесс переноса тепла от более нагретой части к менее нагретой. Из металлов же лучше всех тепло проводит серебро – его теплопроводность равна 430 Вт/(м•К). После серебра идет медь [390 Вт/(м•К)], потом золото [320 Вт/(м•К)], завершает цепочку алюминий [236 Вт/(м•К)]. Радиатор служит для рассеивания тепла от охлаждаемого объекта. Механизмом передачи тепла здесь является теплопроводность (о которой было написано выше), способность вещества проводить тепло внутри своего объёма. Все, что нужно - создать физический контакт радиатора с охлаждаемым объектом. После того, как радиатор принимает на себя часть тепла от охлаждаемого объекта, его задача – рассеять его в окружающую среду. Но мало просто обеспечить физический контакт! Ведь рано или поздно от постоянно нагревающегося охлаждаемого объекта нагреется и сама система охлаждения. А процесса теплообмена между системы тел с одинаковой температурой быть не может.

2. Постановка задачи:

Важной проблемой в создании погружных систем охлаждения высокопроизводительных вычислительных комплексов является расчёт радиаторов, позволяющих обеспечить отведение тепла от процессоров

и графических ускорителей к жидкости. Существующие радиаторы рассчитаны на воздушное охлаждение, более того публикуемые параметры процессоров - тепло сопротивление от ядра к окружающей среде – приведены только для потоков воздуха. Использование таких радиаторов в жидкой среде приводит к ухудшению параметров теплоотвода, в результате чего общая эффективность системы охлаждения может оказаться недопустимо низкой. Необходимы такие радиаторы, которые будут удовлетворять ряду требований:

(*1*) Из-за того что общий объём ограничен, сам радиатор должен быть достаточно компактным.
(*2*) При своей компактности, радиатор должен в достаточной мере охлаждать нагревательный элемент, так как у процессора есть заданная мощность и предельная температура до которой он может нагреться.
(*3*) Конвекция.
(*4*) Гидравлическое сопротивление.

3. Интенсификация работы радиаторов при воздушном охлаждения:

Для более эффективной работы радиаторов и всей системы охлаждения в целом используется ряд дополнительных средств:

(*1*) Термоинтерфейс и термопаста. Термоинтерфейс – компонент, через который осуществляется термоконтакт между тепловыделяющим и теплоотводящим устройствами. Выступающая в этой роли термопаста обеспечивает эффективный перенос тепла между телами, например, процессором и радиатором. Если радиатор неплотно прилегает к охлаждаемому чипу, эффективность работы всей охлаждающей системы сразу снижается (воздух – хороший теплоизолятор). Сделать поверхность радиатора ровной и плоской (для идеального контакта с охлаждаемым устройством) весьма трудно, да и недешево. Здесь и приходит на помощь термопаста, заполняющая неровности на контактирующих поверхностях и тем самым значительно повышающая эффективность теплопереноса между ними.
(*2*) Термотрубки. Термотрубки замечательно подходят для отвода излишков тепла. Они компактны и бесшумны. По конструкции это герметичные цилиндры (могут быть довольно длинными и произвольным образом изогнутыми), частично заполненные теплоносителем. Внутри цилиндра находится другая трубка, сделанная

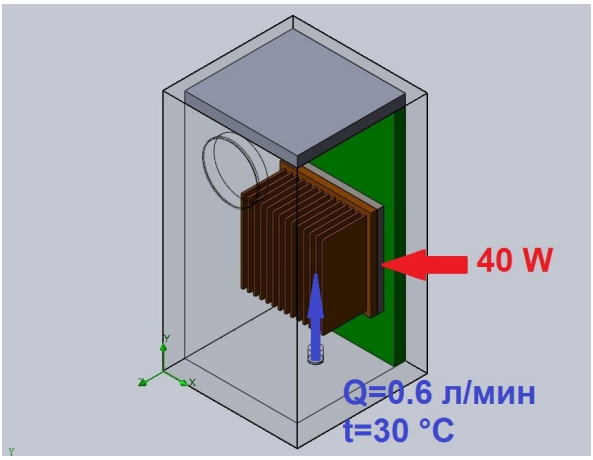


Рис. 2. 3D модель

в виде капилляра. Работает термотрубка следующим образом: в нагретой области теплоноситель испаряется, его пар переходит в охлаждаемую часть термотрубки и там конденсируется – а конденсат по капиллярной внутренней трубке возвращается в нагретую область.

(3) Куллеры. Кулер (англ. cooler — охладитель) совокупность радиатора и вентилятора, устанавливаемого на электронные компоненты компьютера с повышенным тепловыделением. Самая главная задача устройства — снижение температуры охлаждаемого объекта и поддержание ее на определенном уровне. Достигается это за счет непрерывного потока воздуха, обдувающего радиатор. То есть менее эффективный процесс излучения превращается в более эффективный — конвекцию. Кулеры — это самый простой, самый быстрый, доступный и, в большинстве случаев, достаточный способ охлаждения компонентов компьютера — воздухом охлаждается все.

4. Определение оптимальных параметров ламельного радиатора для погружных систем охлаждения:

Имитационные эксперименты проведены с использованием специализированного программного обеспечения SolidFlow. При решении задачи был использован медный ламельный радиатор у которого менялась высота, длинна и ширина ламелей. Так как вязкость жидкости

Таблица 1. Полученные результаты и показатели радиаторов оформлены в таблице:

26 ламелей с толщиной 0.5 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,014042	0,024052	0,034062	0,044072	0,054082
Max(жидк)	32,9	33,0	35,3	36,4	35,9
AV(жидк)	31,9	32,5	32,7	32,6	32,5
Max(проц)	49,9	46,9	43,1	41,9	41,2
AV(проц)	49,3	45,4	42,0	40,8	40,2
AV (рад)	48,9	44,8	41,1	39,7	38,9
26 ламелей с толщиной 1 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,014172	0,024312	0,034452	0,044592	0,054732
Max(жидк)	32,9	33,1	34,1	34,3	34,9
AV(жидк)	32,7	32,7	32,7	32,5	32,4
Max(проц)	54,0	50,6	47,2	46,0	45,3
AV(проц)	52,9	49,5	46,3	45,2	44,6
AV (рад)	52,5	48,9	45,6	44,4	43,8
24 ламели с толщиной 0.5 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,013272	0,022512	0,031752	0,040992	0,050232
Max(жидк)	32,9	32,9	35,9	35,9	35,1
AV(жидк)	31,8	32,4	32,7	32,6	32,5
Max(проц)	50,0	47,0	43,1	41,7	41,1
AV(проц)	49,4	45,6	41,9	40,7	40,1
AV (рад)	49,0	44,9	41,0	39,5	38,7
24 ламели с толщиной 1 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,013392	0,022752	0,032112	0,041472	0,050832
Max(жидк)	32,8	32,9	34,7	35,5	35,5
AV(жидк)	32,7	32,7	32,7	32,5	32,4
Max(проц)	52,6	49,3	45,7	44,3	43,7
AV(проц)	51,6	48,1	44,7	43,5	42,9
AV (рад)	51,1	47,6	44,0	42,7	42,0

22 ламели с толщиной 0.5 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,012502	0,020972	0,029442	0,037912	0,046382
Max(жидк)	32,9	33,0	35,1	34,6	34,2
AV(жидк)	31,8	32,2	32,5	32,6	32,6
Max(проц)	49,9	47,4	43,5	41,9	41,3
AV(проц)	49,4	46,1	42,4	40,9	40,4
AV (рад)	49,0	45,4	41,4	39,7	38,9
22 ламели с толщиной 1 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,012612	0,021192	0,029772	0,038352	0,046932
Max(жидк)	32,9	32,8	34,7	36,8	35,9
AV(жидк)	32,7	32,7	32,7	32,5	32,3
Max(проц)	52,0	48,5	44,6	43,1	42,4
AV(проц)	51,0	47,2	43,6	42,2	41,6
AV (рад)	50,6	46,7	42,8	41,4	40,6
20 ламелей с толщиной 0.5 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,011732	0,019432	0,027132	0,034832	0,042532
Max(жидк)	32,8	33,1	33,9	34,2	34,0
AV(жидк)	31,9	31,9	32,6	32,6	42,6
Max(проц)	50,1	47,6	44,0	42,4	41,7
AV(проц)	49,5	46,3	42,9	41,4	40,8
AV (рад)	49,1	45,6	41,9	40,2	39,2
20 ламелей с толщиной 1 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,011832	0,019632	0,027432	0,035232	0,043032
Max(жидк)	32,9	32,8	35,5	36,7	35,1
AV(жидк)	32,7	32,5	32,7	32,6	32,4
Max(проц)	51,8	47,8	43,7	42,1	41,4
AV(проц)	50,9	46,6	42,7	41,2	40,6
AV (рад)	50,5	46,0	41,9	40,3	39,5

18 ламелей с толщиной 0.5 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,010962	0,017892	0,024822	0,031752	0,038682
Max(жидк)	32,8	33,2	33,1	34,1	33,8
AV(жидк)	32,0	31,6	32,4	32,7	32,6
Max(проц)	51,2	48,0	44,7	43,3	42,5
AV(проц)	50,6	46,9	43,6	42,3	41,5
AV (рад)	50,2	46,2	42,6	41,0	39,9
18 ламелей с толщиной 1 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,011052	0,018072	0,025092	0,032112	0,039132
Max(жидк)	32,9	32,9	35,2	35,7	34,8
AV(жидк)	32,7	32,3	32,7	32,6	32,5
Max(проц)	53,7	47,7	43,3	41,7	40,1
AV(проц)	52,8	46,5	42,3	40,8	39,0
AV (рад)	52,4	45,9	41,5	39,8	39,8
16 ламелей с толщиной 0.5 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,010192	0,016352	0,022512	0,028672	0,034832
Max(жидк)	33,0	33,3	33,2	33,6	33,5
AV(жидк)	32,0	31,6	32,0	32,5	32,6
Max(проц)	52,1	47,7	45,4	44,2	43,6
AV(проц)	51,5	46,9	44,6	43,3	42,7
AV (рад)	51,1	46,2	43,5	41,9	41,0
16 ламелей с толщиной 1 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,010272	0,016512	0,022752	0,028992	0,035232
Max(жидк)	33,2	33,1	34,2	34,1	33,7
AV(жидк)	32,2	31,9	32,5	32,6	32,6
Max(проц)	53,7	48,0	43,8	42,0	41,0
AV(проц)	53,0	46,8	42,8	41,1	40,2
AV (рад)	52,6	46,2	42,0	40,0	39,0

14 ламелей с толщиной 0.5 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,009422	0,014812	0,020202	0,025592	0,030982
Max(жидк)	33,1	33,6	33,7	33,4	33,5
AV(жидк)	32,2	31,6	31,7	32,1	32,4
Max(проц)	54,1	47,2	46,4	45,3	44,8
AV(проц)	53,4	46,6	45,8	44,7	44,2
AV (рад)	53,0	45,9	44,7	43,3	42,4
14 ламелей с толщиной 1 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,009492	0,014952	0,020412	0,025872	0,031332
Max(жидк)	33,0	33,3	33,1	33,5	33,5
AV(жидк)	32,0	31,6	32,2	32,6	32,6
Max(проц)	52,6	48,1	44,8	43,1	42,2
AV(проц)	52,0	47,2	44,0	42,3	41,3
AV (рад)	51,6	46,6	43,0	41,1	40,0
12 ламелей с толщиной 0.5 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,008652	0,013272	0,017892	0,022512	0,027132
Max(жидк)	32,8	33,0	33,3	33,4	33,3
AV(жидк)	32,1	32,3	32,5	32,6	32,7
Max(проц)	56,9	51,3	48,2	46,8	46,0
AV(проц)	56,2	50,3	47,4	46,1	45,4
AV (рад)	55,8	49,6	46,2	44,5	43,4
12 ламелей с толщиной 1 мм					
Дл. ламелей:	5	10	15	20	25
S пов. рад.	0,008712	0,013392	0,018072	0,022752	0,027432
Max(жидк)	33,2	33,6	33,5	33,3	33,4
AV(жидк)	32,2	31,7	31,8	32,1	32,5
Max(проц)	54,3	46,9	45,9	44,4	43,8
AV(проц)	53,7	46,4	45,2	43,8	43,2
AV (рад)	53,3	45,7	44,3	42,6	41,7

высота, то гидравлическое сопротивление радиатора оказывается большим. Это приводит к обтеканию радиатора охлаждающей жидкость. Моделирование системы охлаждения должно учитывать возможность обтекания. Так как коэффициент теплопередачи существенно зависит от скорости потока, следует рассмотреть возможности снижения гидравлического сопротивления потоку жидкости при контакте с радиатором.

Имитационная модель представляет собой бак: полый параллелепипед, в который с заданной интенсивностью подается жидкость. На одной из стенок параллелепипеда установлен один радиатор, укрепленных на пластине, выделяющих заданную мощность в 40W. Жидкость, подаваемая в бак, омывает радиаторы. Нагретая жидкость удаляется из переднего отверстия бака, в котором поддерживается атмосферное давление.

Высота ламелей - это величина, определяющая плотность установки тепловыделяющего оборудования. К сожалению использование высоких радиаторов не всегда возможно. Из полученных расчётов, на графике показаны наилучшие температуры процессора для каждой длины ламелей и при каких параметрах радиаторах эта температура была достигнута.

Из этих пяти вариантов радиаторов, представленных выше, наиболее оптимальным является радиатор с 22 ламелями толщиной 0.5 мм и высотой 20 мм.

Специфика статьи: Развитие информационно-вычислительных технологий, Интерактивное приложение или его часть, Информационный ресурс, *Вычислительный эксперимент*, *Математическое моделирование*.

Пример ссылки на эту публикацию:

А. А. Демидов. «Разработка имитационных математических моделей процесса теплообмена в иммерсионной системе охлаждения». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 61–72.

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Научный руководитель:

С. А. Амелькин к.т.н.

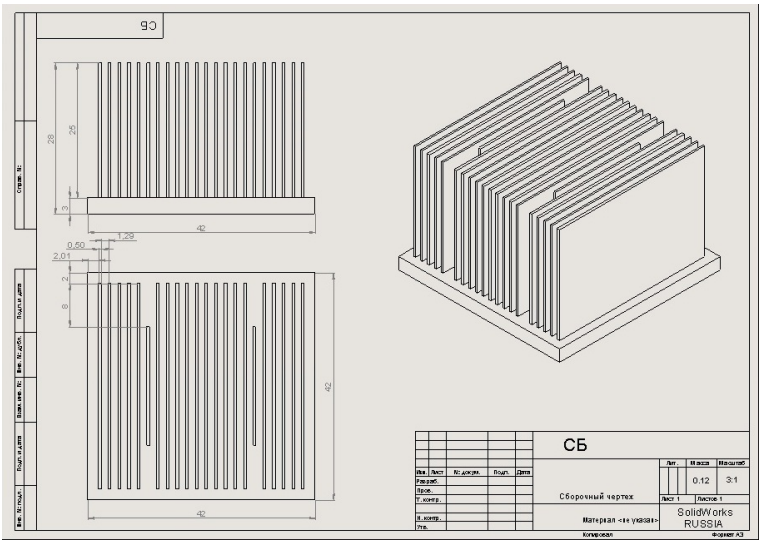


Рис. 3. Чертёж радиатора

Об авторе:

Алексей Алексеевич Демидов

ЧОУ ВО ИПС "УГП им. А.К. Айламазяна 4М21

e-mail: dremron@mail.ru

Aleksey Demidov. *Development of immitation of mathematical models heat exchange procces in the immersion liquid cooling system.*

Abstract. Design of plate radiators is a complex problem. To minimize temperature of a processor subject to given power output we should find length, thickness and number of lamellae. This problem is solved in the paper.

Key words and phrases: Immersion liquid cooling system,SolidWorks.

© A. A. Demidov, 2016

© Private educational institution of higher education Aylamazyan University of Pereslavl, 4M21, 2016

© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

Sample citation of this publication:

Aleksey Demidov. “Development of immitation of mathematical models heat exchange procces in the immersion liquid cooling system”. *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016*. Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 61–72. (*In Russian*).

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

С. В. Карпеш

Разработка аппаратного обеспечения для системы управления высокопроизводительным вычислительным комплексом с погружным охлаждением

Аннотация. Наряду с традиционными воздушными системами охлаждения все большее распространение получают жидкостные. Жидкостное (иммерсионное) охлаждение более эффективно благодаря большей теплоемкости охлаждающей жидкости, коэффициентов теплопередачи, что особенно важно для высокопроизводительных вычислительных комплексов. Для разработки АСУ процесса охлаждения в иммерсионных системах охлаждения используется свободное программное обеспечение — OpenSCADA. Однако, для нормального функционирования программного обеспечения необходимо обеспечить корректность передачи данных от контроллера по открытому протоколу данных Modbus. Для решения этой задачи требуется разработать контроллер, обеспечивающий требуемые параметры: компактность, заданное количество входов, тип подсоединяемых датчиков, высокий уровень стабильности работы. Важной составляющей разработки контроллера является создание библиотеки для работы с Modbus RTU для микроконтроллеров, обеспечивающая все основные функции чтения и записи данных. Библиотека разработана, как свободное программное обеспечение и может быть использована для контроллеров AVR при неограниченно большом количестве датчиков.

Ключевые слова и фразы: Микроконтроллеры AVR, протокол MODBUS, C++.

Для контроля теплового режима вычислительных узлов и поддержания температуры охлаждающей жидкости, не превышающей заданную, необходимы средства управления. Их реализация требует алгоритм, учитывающий все особенности системы. Входными параметрами для алгоритма являются показания с датчиков температуры, а выходные данными являются управляющие сигналы для насоса и вентиляторов.

© С. В. Карпеш, 2016
© ЧОУ ВО “УГП им А.К.Айламазяна, 4М21, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

Для реализации программной части используются SCADA системы. Это комплект ПО, предназначенный для разработки и обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки и архивирования информации об объекте мониторинга. В проекте выбрана система OpenSCADA. Это свободная модульная система, разрабатываемая энтузиастами, однако, несмотря на этот факт, по стабильности не уступающая коммерческим аналогам.

Вычислительный комплекс состоит из двух блоков: бак с вычислительным оборудованием и блок охлаждения.

В баке установлены нескольких узлов, коммутационное оборудование и управляющий компьютер. Ролью последнего является контроль теплового режима всей системы.

Так как нагрузка между узлами может быть распределена не равномерно, то одним датчиком температуры для бака не обойтись. Температуру необходимо измерять у каждого процессора, которых в каждом модуле может быть несколько. Обычно это число равно двум, но стоит заранее предусмотреть возможность установки большего количества датчиков.

Из существующих контроллеров весьма проблематично подобрать компактное решение. Количество входов в них меньше, чем требуется. Самым распространенным числом является 4. Используются аналоговые термометры, предусматривающие подведение к каждому из них отдельных проводников, что значительно усложняет монтаж.

Аналоговые датчики имеют ещё один значительный минус. Для них требуется калибровка и защита от наводок. При размещении контроллера за пределами бака длина проводников сильно возрастает и на переходной плате требуются дополнительные разъемы, что уменьшает надежность. Размещая контроллеры в баке, тратится ценное место.

Решением является создание собственного контроллера с использованием цифровых термометров.

Из их плюсов можно отметить:

- Возможность установки нескольких термометров на один «луч»;
- Калибровка изготовителем на заводе;
- Возможность установки на большем расстоянии от контроллера с минимальными потерями в точности измерений.

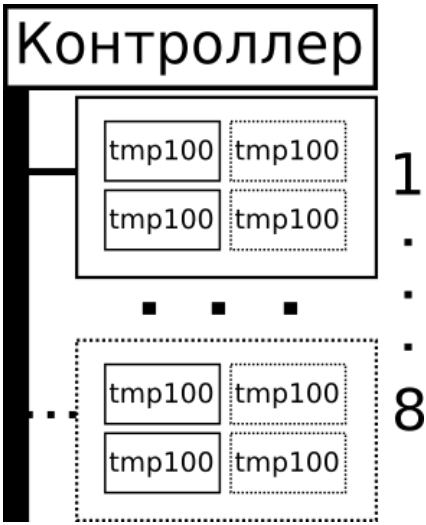


Рис. 1. Принципиальная схема бака с вычислительными узлами

Для установки внутри бака были выбраны датчики на шине I^2C в связке с мультиплексором. Основным их преимуществом является адресация. Структура блока с вычислительным оборудованием подразумевает на каждый узел луч с несколькими датчиками. При использовании нескольких датчиков 1-Wire на одной шине необходимо обращаться по идентификатору, который для каждой микросхемы уникален. Это подразумевает перепрограммирование контроллера при любом изменении порядка или замене вышедшего из строя датчика.

Считывание данных с датчиков не является сложной задачей, в отличии от процесса общения между контроллером и OpenSCADA. Модуль сбора данных запрашивает данные с контроллера по протоколу Modbus. Это открытый и подробно документированный протокол, основанный на архитектуре ведущий-ведомый. Данные передаются пакетами. Посылка содержит в себе идентификатор устройства, команду, данные, необходимые для выполнения команды, и контрольную сумму. Ответ содержит идентификатор ведомого устройства, команду, результат работы и контрольную сумму.

Обязательным элементом устройств подобного класса является сторожевой таймер, при переполнении которого происходит перезагрузка микросхемы. Этот механизм позволяет автоматически восстановить работу устройства при зависании. Время срабатывания

подбирается исходя из самой долгой операции при работе. Для контроллера самым долгим промежутком будет отправка даных. Размер пакета ограничен 252 байтами с данными. Плюс 4 байта служебной информации. На скорости 9600 бод они будут передаваться за ≈ 0.27 сек.

Во время работ над проектом написана библиотека для работы с Modbus RTU для микроконтроллеров AVR, поддерживающая все основные функции чтения и записи.

В спецификации [1] их описано 8, но условно можно разделить на 3 типа: чтение, запись и множественная запись. Различаются они только по типам данных, с которыми работают.

Библиотека основана на прерывании по приему байта. Под этим подразумевается не только сохранение пакета с данными, но и мгновенная обработка запроса, после окончания его приема. Такое решение позволяет ввести некоторую многозадачность при работе микроконтроллера и «заниматься своими делами» в основном цикле программы, но при этом не беспокоиться о том, что запрос может быть пропущен.

Объем памяти, занимаемый ядром библиотеки, составляет 20 байт. Остальная память микроконтроллера доступна для хранения регистров. Однако необходимо учитывать тот факт, что максимальная длина пакета составляет 256 байт, которые должны быть доступны при получении запроса. На генерацию ответа выделение памяти не требуется, а контрольные суммы считаются по ходу передачи. Использован табличный метод подсчета CRC, данные для которого хранятся во flash памяти.

Список литературы

[1] Спецификации протокола MODBUS http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf. ↑ 76

Специфика статьи: Решение экологических проблем, *Развитие информационно-вычислительных технологий*, *Электронное устройство*, *Языки программирования*, *Программы для разработки технических устройств*.

Пример ссылки на эту публикацию:

С. В. Карпеш. «Разработка аппаратного обеспечения для системы управления высокопроизводительным вычислительным комплексом с погружным охлаждением». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 73–78.

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Научный руководитель:

С. А. Амелькин титул научн. рук.

Об авторе:

Сергей Валерьевич Карпеш

ЧОУ ВО “УГП им А.К.Айламазяна, 4М21

e-mail: Karpesh.sergey@gmail.com

Sergey Karpesh. *Development of hardware for high performance computing with immersion cooling complex control system.*

Abstract. Along with traditional air cooling systems becoming more common liquid. Liquid (immersion) cooling is more efficient due to the greater heat capacity of the coolant, heat transfer coefficient, which is especially important for high-performance computing systems. To develop the ACS process of cooling in immersion cooling systems using free software - OpenSCADA. However, for the normal functioning of the software, you must ensure the correctness of the data from the controller via an open data protocol Modbus. To solve this problem requires the development of the controller, which provides the required parameters: compactness, given the number of inputs, the type of connected sensors, high stability. An important component of the development of the controller is to create a library for working with Modbus RTU for microcontrollers that provides all the basic reading and writing functions. Library is developed as free software and can be used for AVR controller with infinitely large number of sensors.

Key words and phrases: AVR, MODBUS, C++.

© S. V. Karpesh, 2016
© Place, group, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

Sample citation of this publication:

Sergey Karpesh. “Development of hardware for high performance computing with immersion cooling complex control system”. *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 73–78. (*In Russian*).

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

В. А. Дьяченко

О чувствительности алгоритмов определения близости строк к случайным совпадениям

Аннотация. Здесь будет аннотация

Ключевые слова и фразы: LCS, NCS, Perl, чувствительность алгоритмов к случайным совпадениям, определение близости строк.

1. Введение

Выравнивание последовательностей широко используется в различных компьютерных системах для анализа и оценки близости данных, выделения изменений и родственных задач. Одной из основных задач является поиск наибольшей общей подпоследовательности известный как LCS(Longest Common Subsequence). Подпоследовательность составляется из последовательности с использованием тех же самых символов в том же порядке, но возможным разным порядковым номером. Например, в последовательностях «CCATAC» и «GCGTAT» наибольшей общей подпоследовательностью будет «CTA».

Критерий LCS и родственная ей метрика Левенштейна широко применяется для решения различных задач таких как:

- слияние изменений в исходных файлах в системах сборки ПО
- синхронизация файловых систем
- распознавание речи и голосов птиц и животных
- оценка объёмов и исследование структуры заимствований из других работ или документов
- поиск мелодий в базе музыкальных записей
- анализ генетических данных в биоинформатике
- выделение различий между версиями при совместной подготовке текстов
- выделение сходных наименований сущностей при интеграции баз данных
- диагностика сбоев и локализация ошибок в ПО

© В. А. Дьяченко, 2016
© ЧОУ ВПО УГП, 4М21, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

В биоинформатике метрика Левенштейна корректируется эмпирически подобранным штрафом за удаление или вставку последовательно идущих символов, зависящий от длинны удаляемой или добавляемой строки. Зависимость подбирается эмпирически.

«ineffective common efforts»
«self-finance comes ineffective»

длиннейшей общей подпоследовательностью выделяется бессмысленное

«effie com efft»

вместо значимой длинной общей подстроки

«ineffective»

Эта проблема известна и с ней борются различными способами. Так взамен стандартной программе diff применяются различные модификации изменяющие оптимальный алгоритм. Различные модификации равно как и некоторые другие алгоритмы основанные на длиннейшей общей подпоследовательности не имеют ясного теоретического обоснования, что не позволяет определить в какой ситуации данный алгоритм или модификация станет хуже классического решения задачи.

Возникает вопрос верности критерия LCS. Этим вопросом также задавались, что породило различные работы по поиску более верного, математически обоснованного критерия. Среди альтернативных подходов существуют те, которые концертируют внимание на длиннейшем совпадении или уникальных строках, являющиеся противоположностью, могущие улучшить результат равно как и ухудшить.

В этой статье рассмотрен новейший, альтернативный подход определения близости строк, названный автором NCS(Number of Common Substrings). Суть этого критерия заключается в подсчёте суммы длин всех общих подстрок. Так для двух одинаковых строк длинной 64 NCS будет равно

$$\sum_{i=1}^{64} i = 2080$$

Такой подход должен быть решением обладающим достоинствами критерия LCS и лишённое его недостатков. Рассмотрена реализация NCS, а также практическое сравнение его работы с традиционным LCS на ЭВМ.

2. Разработка NCS

Для поведения эксперимента и получения данных тестирования алгоритма NCS необходима его реализация применимая в тестировании на ЭВМ. Реализацию NCS было решено создать как подключаемый модуль языка программирования Perl так, как данный язык является одним из сильно развивающихся на данный момент, имеет богатые возможности работы с модулями, необходимы минимальные средства для реализации своего модуля, имеет множество готовых решений среди которых присутствуют реализации LCS, рассматриваемая в этой работе. Perl обладает активным сообществом и платформой CPAN(Comprehensive Perl Archive Network) являющийся средством хранения и обмена готовых решений всего сообщества. Модуль написан в обьектно-орентированном стиле, в котором реализован алгоритм подсчёта NCS, содержит метод new являющийся конструктором объекта, основной метод ncs непосредственно реализующий алгоритм и несколько вспомогательных методов. Листинг ncs пердоставлен ниже:

```
sub ncs {
    my ($self, $X, $Y) = @_;

    my $m = scalar @$X;
    my $n = scalar @$Y;

    my @c;
    my @b;

    for(my $i=0; $i<=$m; $i++){
        $b[$i][0] = $c[$i][0] = 0; # initialize totals table
    }
    for(my $j=0; $j<=$n; $j++){
        $b[0][$j] = $c[0][$j] = 0; # for left upper rectangles
    }

    for(my $i=1; $i<=$m; $i++){
        for(my $j=1; $j<=$n; $j++){
            $c[$i][$j] = $self->max($c[$i-1][$j], $c[$i][$j-1]);
            $b[$i][$j] = $c[$i][$j];

            for(my $k=0; ($$X[$i-$k-1] eq $$Y[$j-$k-1]) and
                ($k<$i) and ($k<$j); $k++){
                if($c[$i][$j] <
                    $b[$i-$k-1][$j-$k-1] + ($k/2)*($k+3) + 1){
                    $c[$i][$j] =
                    $b[$i-$k-1][$j-$k-1] + ($k/2)*($k+3) + 1;
```

```
                }
            }
        }
    }

    return $c[$m][$n];
}
```

Подключаемый модуль был назван Algorithm::NCS и подготовлен для добавления в CPAN. Для добавления модуля в библиотеку CPAN создана специальная система PAUSE(Perl programming Authors Upload Server). Воспользоваться системой PAUSE возможно после не сложной регистрации, как разработчика, которая требует подтверждения модератора системы.

3. Эксперимент

В математике существует константы Чватэл-Сэнкоффа описывающие длинныу LCS зависящую от случайных строк. Константы были названы в честь Vaclav Chvatal and David Sankoff, начавшие исследование их в 1975 году. Значение констант неизвесно, несмотря на то, что существование было доказано.

Константы Чватэл-Сэнкоффа описывают поведение следующего случайного процесса. Даны параметры n и k, и две последовательности длины n: S и T, от того же самого алфавита состоящего из k символов, каждая последовательность, составлена однородно и случайно. Пусть вычисленна наибольшая общая подпоследовательность в этих двух последовательностях и пусть $\lambda_{n,k}$ есть случайная переменная, значение которой - длина этой подпоследовательности. Тогда математическое ожидание $M[\lambda_{n,k}]$ пропорционально n и k-той постоянной Чватэла-Сэнкоффа, где, γ_k - константа пропорциональности.

Математическое ожидание $M\lambda_{n,k}$ супераддитивное, для всех m и n, $M[\lambda_{m+n,k}] \geq M[\lambda_{m,k}] + M[\lambda_{n,k}]$. Это вызвано тем, что, если последовательности длины $m+n$ разбиты в подстроки длин m и n, а самые длинные общие подпоследовательности подстрок найдены, они могут быть связаны вместе, чтобы получить общую подстроку целых последовательностей. Это следует из леммы Майкла Фекета, также предел

$$\gamma_k = \lim_{n\to\infty} \frac{M[\lambda_{n,k}]}{n}$$

существует и равняется супремуму значений $M[\frac{\lambda_{n,k}}{n}]$. Эти предельные значения γ_k являются константами Чватэл-Сэнкоффа.

Точные значения констант Чватэл-Сэнкоффа остаются неизвестными, но строгие верхние и низкие границы были доказаны.

Поскольку γ_k - супремум значений $M[\lambda_{n,k}]$, где каждый зависит только от конечного распределения вероятности, есть способ доказать, что строгие низкие границы на γ_k должны были бы вычислить точные значения $M[\lambda_{n,k}]$. Однако, этот метод растёт по экспоненте от n, таким образом это может только быть осуществлено только для маленьких значений n.

В кандидатской диссертации Vlado Dancik вел альтернативный подход, в котором детерминированный конечный автомат используется чтобы прочитать символы от двух строк ввода и произвести (долго, и не оптимально), общую подпоследовательность этого ввода. Поведение этого автомата на случайных строках может быть проанализирован как цепь Маркова, устойчивое состояние которой определяет уровень, по которому это находит элементы общей подпоследовательности для больших значений n. Этот уровень - обязательно более низок, привязал постоянную Чватэл-Сэнкоффа. При помощи метода Dancik, автоматом, пространство состояний которого буферизует новые h знаки от своих двух строк ввода, и с дополнительными методами для предотвращения дорогого анализа участка цепи Марков этого подхода, Lueker (2009) смог выполнить компьютеризированный анализ с $h = 15$, который доказал $\gamma_2 \geq 0.788071$.

Подобные методы могут быть обобщены к недвоичным алфавитам. Нижние границы, полученны таким образом для различных значений k.

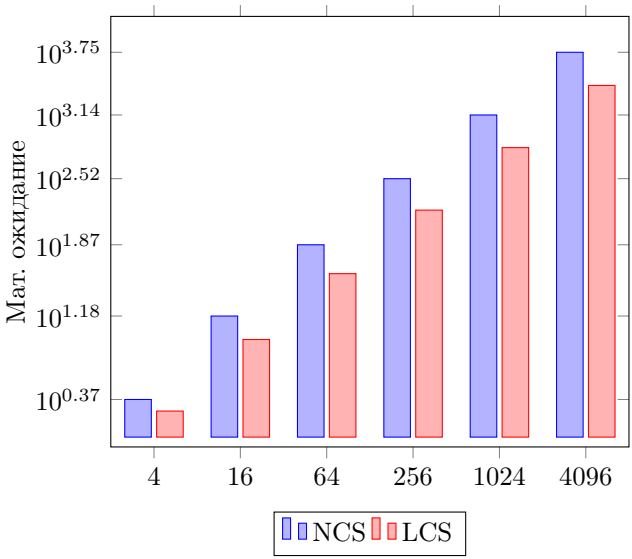
Для сравнения традиционного критерия с новым следует провести определение чувствительности основных алгоритмов к случайным совпадениям методом Монте-Карло, а именно сопоставить вероятность нахождения общей подстроки фиксированной длины в паре строк с применением обоих критериев LCS и NCS путём проведения многократного тестирование алгоритмов сравнения близости строк на случайных последовательностях, вычислить математическое ожидание, дисперсию, среднеквадратичное отклонение. Тестирование осуществлялось на текстах длинной от 4 до 4096 с количеством тестов от 64 до 65536.

Таблица 1. Нижние границы γ_k, для различных значений k

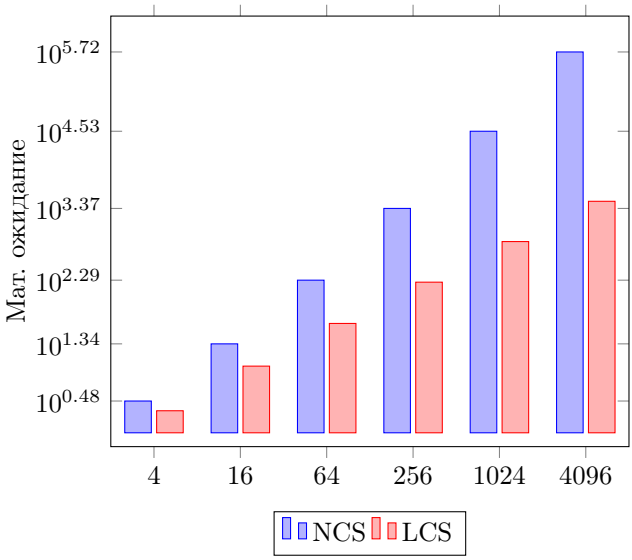
k	Lower bound on γ_k
3	0.671697
4	0.599248
5	0.539129
6	0.479452
7	0.44502
8	0.42237
9	0.40321
10	0.38656

3.1. Результаты

Рассмотрим результаты полученные алгоритмами при сравнении случайных строк.



Теперь рассмотрим реакцию методов на появление общей подстроки в обоих строках длинной в 25% от максимальной длинны.

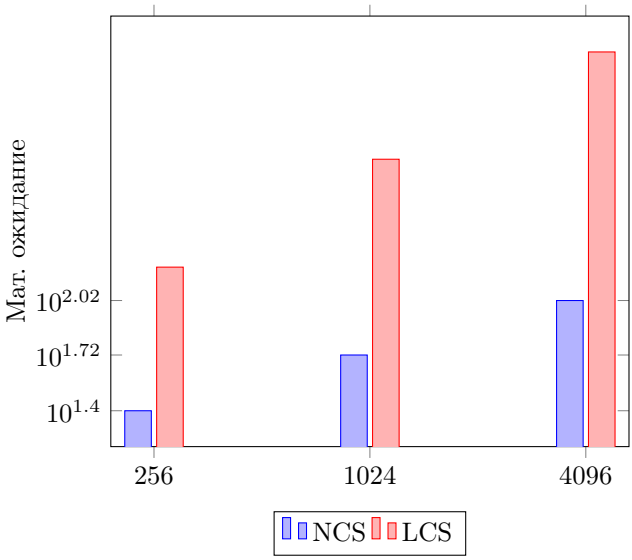


При малых длин строк разница между алгоритмами не существенная, в дальнейшем будем рассматривать результаты для строк длинной 256, 1024, 4096.

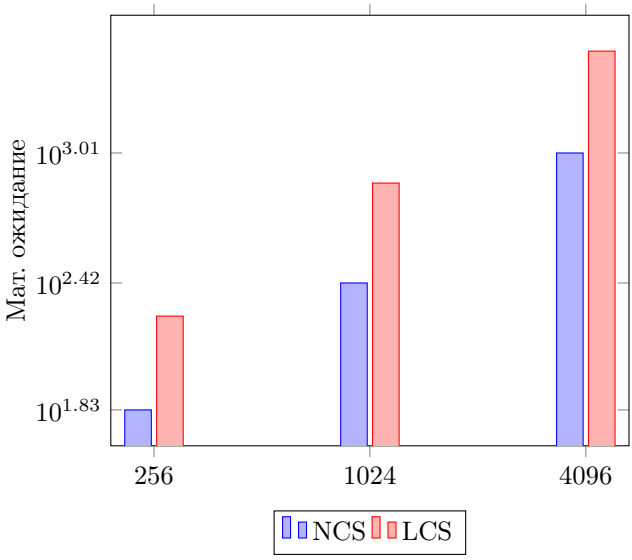
Следует учесть тот факт, что LCS возвращает численную длину наибольшей общей подпоследовательности, а NCS количество совпадений, что требует дополнительного преобразования данных для сравнения NCS с LCS:

$$N = \sqrt{2 * NCS + 0.25} - 0.5$$

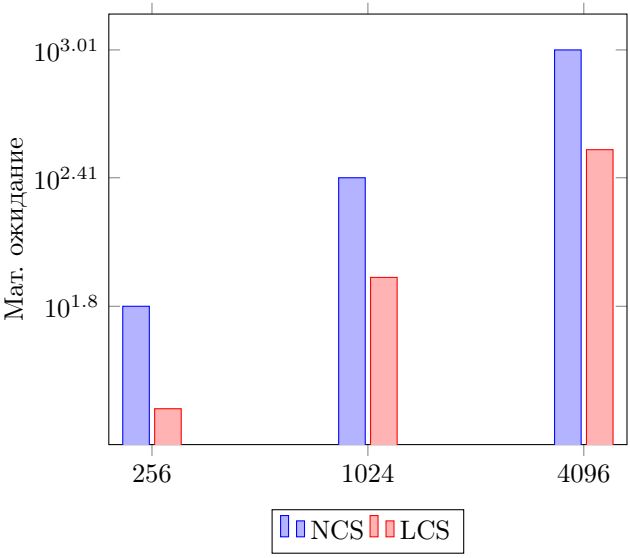
Сравним расчёные результаты длин общей части. Для случайных строк:



Для строк с общей частью длинной в 25% от длинны строк:

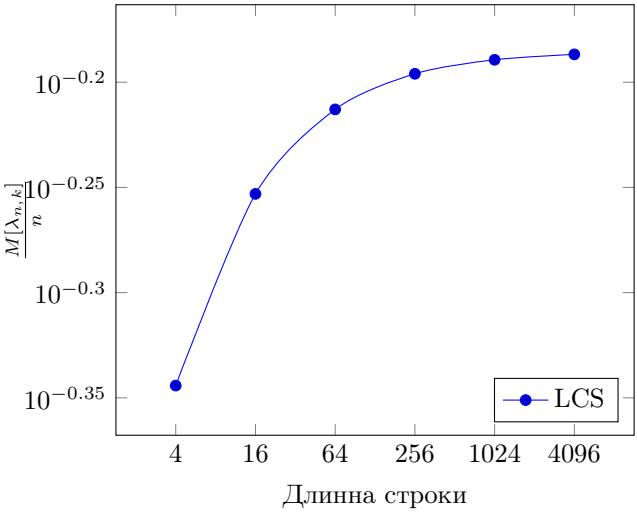


Посчитаем «чистый» результат. Вычтем из результатов с общей подстрокой результаты получение сравнением случайных строк и расчитаем длинну для NCS:



Расчитаем значение $\frac{M[\lambda_{n,k}]}{n}$ на полученных данных.

Изменение $\frac{M[\lambda_{n,k}]}{n}$ при увеличении длинны строки

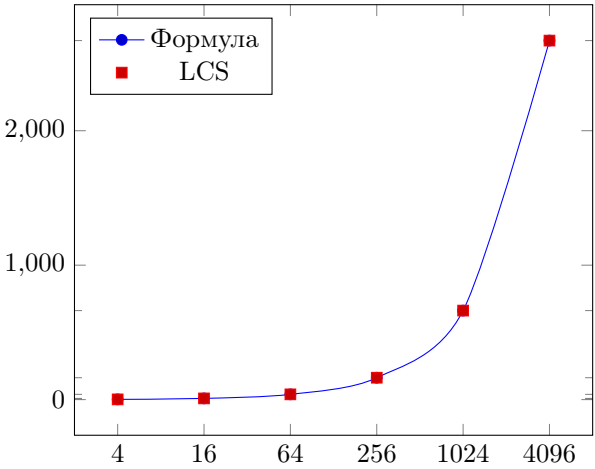


По этому графику видно, что значение γ_4 приблежается к отметке в 0.65.

Полученые данные легко согласуются с простой имперической фомулой

$$M = 0.6579 * (4^{\log_k(n)}) - 0.4079 * (4^{\log_k(n)})^{0.49}$$

Наложим ресчётные данные по формуле на экспериментальные данные. Различие визуально мало разлечимы. Полученные экспериментальные результаты имеют погрешность меньше 1% относительно расчётных данных по получнной формуле.



4. Заключение

Полученные результаты показали, что новый критерий Number of Common Substrings(NCS) может успешно применяется для решения задач нахождения близости строк. Критерий показал себя устойчивым к «шуму» в виде случайных последовательностях и значительно реагировал на появление большой общей части в строках, чего не было замечено у классического критерия LCS. Так же результаты полученые с применением NCS оказальсь крайне близки к истине. Number of Common Substrings(NCS) может стать достойной заменой классическим критериям LCS и родственной ей метрике Левенштейна в решениях задач выравнивание последовательностей.

Специфика статьи: Развитие информационно-вычислительных технологий, *Алгоритм*, *Подпрограмма или библиотека программ*, *Языки программирования*, *Вычислительный эксперимент*.

Пример ссылки на эту публикацию:

В. А. Дьяченко. «О чувствительности алгоритмов определения близости строк к случайным совпадениям». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 79–89.

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Научный руководитель:

С. В. Знаменский д.ф.-м.н.

Об авторе:

Владислав Андреевич Дьяченко

ЧОУ ВПО УГП, 4М21

e-mail: dyachenko.vlad_76@mail.ru

Vladislav Dyachenko. *About sensitivity of affinity definition algorithms of lines to casual coincidence.*

Abstract. Abstact in English.

Key words and phrases: LCS, NCS, Perl, affinity definition algorithms of lines, sensitivity algorithms.

Sample citation of this publication:

Vladislav Dyachenko. “About sensitivity of affinity definition algorithms of lines to casual coincidence”. *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 79–89. (*In Russian*). URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© V. A. Dyachenko, 2016
© UGP, 4M21, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

И. И. Шайдорова

Динамика бедности населения России

Аннотация. Работа посвящена анализу динамики бедности населения Российской Федерации с 1992 г. по 2014 года. Проанализирована динамика основных показателей бедности населения и динамика показателей дифференциации доходов населения, приведены основные факторы, влияющие на бедность населения России.

Ключевые слова и фразы: уровень жизни и бедность населения, концепции бедности, система показателей уровня бедности, факторы, влияющие на бедность населения..

Введение

Повышение жизненного уровня населения является основной целью экономического развития страны. Экономическое развитие, в свою очередь, должно служить основой социального прогресса. Под уровнем жизни понимаются обеспеченность населения необходимыми материальными благами и услугами, достигнутый уровень их потребления и степень удовлетворения разумных (рациональных) потребностей. Можно выделить четыре уровня жизни населения, см. рисунок 1 [**1**], с. 64.

Проблеме бедности населения уделяется огромное внимание во всем мире, она является одной из острейших социальных проблем. Бедность в той или иной форме проявляется в любом обществе. В этом смысле она универсальна и повсеместно является объектом пристального внимания. В любой стране мира имеются люди, которые не по собственной воле имеют низкие доходы, лишены качественного жилья, образования, высокооплачиваемой работы, здравоохранения, то есть те, кто не может из-за нехватки средств поддерживать нормальный образ жизни, присущий конкретному обществу в конкретный период времени. Состояние бедности не позволяет человеку и обществу реализовать свои потенциальные возможности, а, следовательно, развиваться с наибольшей эффективностью.

© И. И. Шайдорова, 2016
© УГП имени А.К.Айламазяна ЗЭЗЗ, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

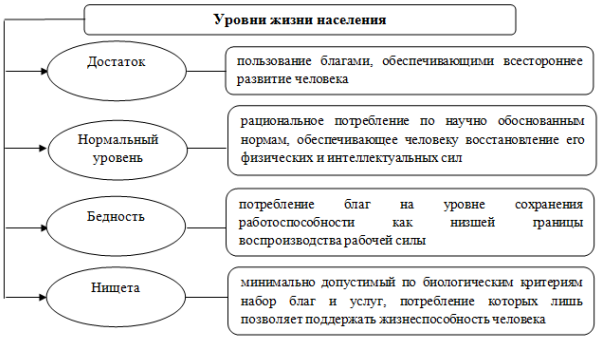


Рис. 1. Уровни жизни населения

Организация Объединенных Наций рассматривает понятие бедность как «состояние длительного вынужденного отсутствия необходимых ресурсов для обеспечения удовлетворительного образа жизни». [2] Сегодня многими учеными, экспертами бедность населения признается не только как экономическая и социальная проблема, но и как культурная, общественная.

Целью исследования является выполнение анализа динамики уровня бедности населения России.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- Ознакомиться с понятием и сущностью бедности;
- Изучить систему показателей, характеризующих уровень бедности в России;
- Выявить анализ динамики отдельных показателей уровня бедности и дифференциации доходов населения;
- Отметить факторы, влияющие на бедность населения.;

1. Понятие, сущность и концепции бедности.

Основу современного понимания сущности бедности, отдельных аспектов ее оценки и мероприятий по оказанию поддержки бедной части населения заложили Ф. Гиддингс, Т. Мальтус, К. Маркс, Дж. Ст. Милль, Ж. Прудон, Д. Рикардо, А. Смит, Г. Спенсер, Ф. Энгельс и другие представители классической школы политэкономии [3], с. 57–58.

Рис. 2. Концепции определения бедности

За последние три десятилетия в мире накопилась обширная научная литература, посвященная вопросам бедности. Диапазон мнений здесь исключительно широк и колеблется от установления границ бедности на уровне физиологического минимума до исторически сложившегося уровня жизни большинства населения.

Федосеев В. В. с экономической точки зрения понимает под бедностью состояние, когда человек (или семья) не обладает достаточными ресурсами (денежными, имущественными и т.п.) для удовлетворения своих потребностей и в первую очередь обеспечения достаточного прожиточного уровня [4], с. 48.

В социологическом энциклопедическом словаре, под редакцией Осипова Г.В. под бедностью понимается характеристика экономического положения индивида или группы, при котором они не могут сами оплатить стоимость необходимых благ [5], с. 28.

К определению понятия бедности можно подходить с различных позиций и точек зрения. Как такового единого определения бедности не существует, оно постоянно модифицируется и конкретизируется.

В мировой практике используются три основные концепции (подхода) к определению бедности: абсолютная, относительная и субъективная (схема на рисунке 2) [6], с. 707–710, [7], с. 63.

Абсолютная концепция бедности. Бедными считаются те, кто не в состоянии обеспечить себя необходимыми ресурсами для удовлетворения самых основных потребностей в пище, жилье, одежде, для сохранения здоровья и ведения умеренно активной трудовой

жизни. Другими словами, абсолютная бедность связана с нуждой в жизненных ресурсах, которые обеспечивают человеку биологическое выживание.

Концепция абсолютной бедности тесно связана с понятием черты бедности. Черта бедности (povertythreshold, povertyline) —- это уровень располагаемого дохода, валового дохода или потребления, ниже которого человек считается бедным.

В Российской Федерации граница абсолютной бедности фиксируется величиной прожиточного минимума.

Относительная концепция бедности показывает то, насколько человек беден в сравнении с другими людьми и характеризуется в двух смыслах. Во-первых, она показывает, что человек беден относительно того достатка или изобилия, которым обладает другая часть общества, не считающиеся бедными. Одним из значений относительной бедности является сравнение одной страты с другими стратами или слоями. Во-вторых, относительная бедность показывает, что человек беден относительно некоторого стандарта жизни, например, стандарта достойной или комфортной жизни удовлетворяя при этом все разумные потребности.

Масштабы относительной бедности не совпадают с масштабами абсолютной бедности. В обществе может быть ликвидирована абсолютная бедность, но всегда сохранится относительная [8], с. 271–272.

Субъективная концепция бедности впервые была разработана экономистами и статистиками в Нидерландах Лейденского университета в 1970-х гг.

Самым главным измерительным инструментом в рамках данной методологии исследования бедности выступает опрос. Согласно этой методике, к бедным относят тех граждан, которые субъективно, по личным социально-психологическим ощущениям, считают себя бедными.

В рамках субъективного подхода на основе результатов репрезентативных опросов общественного мнения строятся монетарные и немонетарные линии бедности. Построение монетарной линии бедности основывается на ответах людей об уровне минимально необходимого для домохозяйства дохода, немонетарной — на самооценках своего материального положения [9], с. 148–149.

2. Система показателей, характеризующих уровень бедности в России.

Анализ любого социально-экономического явления предполагает его измерение. По мнению Е.В. Михалкиной оценить степень неравенства в распределении доходов населения, можно через показатели абсолютной бедности [7], с. 64–65, которые представлены нами в таблице 2.

Важное место в анализе бедности населения занимают также показатели степени дифференциации доходов, которые позволяют судить об уровне экономического неравенства в стране:

- индекс концентрации доходов (коэффициент Джини) показывает степень отклонения фактического распределения доходов от линий их равномерного распределения. Может принимать значения от 0 до 1. Коэффициент принимает значение 0 при равномерном распределении, и 1 при абсолютном неравенстве;
- коэффициент дифференциации доходов (коэффициент фондов) характеризует степень расслоения общества и показывает отношение среднего уровня доходов 10% самых богатых граждан к среднему уровню доходов 10% самых бедных. Чем выше этот коэффициент, тем более несправедливое распределение доходов в государстве.

3. Динамика уровня бедности в РФ.

Бедность — характеристика экономического положения индивида или социальной группы, при котором они не могут удовлетворить определённый круг минимальных потребностей, необходимых для жизни, сохранения трудоспособности, продолжения рода.

За весь период реформ в современной России наиболее неблагоприятными были 1992–/1993 гг., когда численность населения с доходами ниже величины прожиточного минимума была выше 45 млн. чел., а доля бедного населения составила более 30% [10] (рисунок **??**). В последующие 5 лет (1994–1998 гг.) доля бедного населения снизилась до 20–25%. Финансовый кризис 1998 г. привел к резкому росту уровня бедности и дефицита денежного дохода, доля бедного населения в 1999–2000 гг. увеличилась до 29%. С 2002 г. наблюдалось устойчивое снижение уровня бедности, в том числе с 2000 г. до 2007 г. доля бедных сократилась более чем в два раза.

Таблица 1. Система абсолютных показателей бедности

Показатели	Характеристика	Формализация показателя
Степень бедности	Отношение численности населения, имеющего среднедушевой доход ниже прожиточного минимума, ко всему населению,%	$\frac{Q}{H} \cdot 100\%$
Порог (черта) бедности	Доход, обеспечивающий потребление на уровне прожиточного минимума, руб. в месяц.	Z
Масштаб бедности	Численность населения, имеющего доход ниже прожиточного минимума, тыс.чел.	Q
Порог нищеты	Доход, не превышающий 50% порога бедности, руб.	$\frac{Z}{2}$
Масштаб нищеты	Численность населения, имеющего среднедушевой доход ниже 50% от величины прожиточного минимума, тыс.чел.	$Q*$
Степень нищеты	Отношение численности нищих к численности бедного населения,%	$\frac{Q*}{Q} \cdot 100\%$
Уровень нищеты	Отношение численности нищих к численности всего населения,%	$\frac{Q*}{H} \cdot 100\%$
Дефицит дохода	Суммарное значение дохода, необходимое для повышения доходов лиц, имеющих среднедушевой доход ниже прожиточного минимума, до величины прожиточного минимума, тыс.руб. в месяц.	$\Delta_I = \Sigma_{i=1}^{n}(Z - Y_i) \cdot Q_i*$
Индекс глубины бедности (или индекс степени обеднения)	Среднее отклонение доходов бедных семей от величины прожиточного минимума. Выражается величиной суммарного дефицита дохода (то есть суммой денежных средств, необходимой для того, чтобы среднедушевой доход всех бедных семей достиг черты бедности), соотнесенной с общим числом семей	$P_1 = \frac{1}{H}\Sigma_{h=1}^{q}(\frac{Z_h - Y_h}{Z_h})^1**$
Индекс остроты бедности	Средневзвешенное отклонение доходов бедных семей от величины ПМ. Выражается величиной суммарного квадратического дефицита доходов, соотнесенной с общим числом семей.	$P_2 = \frac{1}{H}\Sigma_{h=1}^{q}(\frac{Z_h - Y_h}{Z_h})^2**$

* —- В формуле дефицита дохода следующая расшифровка показателей:Y_i —уровень дохода ниже величины прожиточного минимума (Z), определенный на интервале;Q_i —количество бедного населения; n–количество бедных групп населения.
** —- В формулах индекса глубины и индекса остроты следующая расшифровка показателей: Z_h —- граница бедности для отдельного домохозяйства, рассчитываемая как сумма порогов бедности для всех его членов; Y_h —- уровень дохода (расходов или потребления) отдельного домохозяйства; q —- количество бедных домохозяйств; H —- общее количество домохозяйств; h —- номер каждого домохозяйства.

Кризис 2008 г. сказался значительно меньше на уровне бедности, чем кризис 1998 г. За последние пять лет (2010–2014 гг.) наибольшее количество россиян, живущих за чертой бедности, было в 2011 г. — 17,9 млн. чел. В следующие два года их количество снизилось: в 2012 г. на доходы ниже прожиточного минимума жили 15,4 млн. россиян, а в 2013 г. — 15,5 млн. человек. В 2014 г. численность живущих за

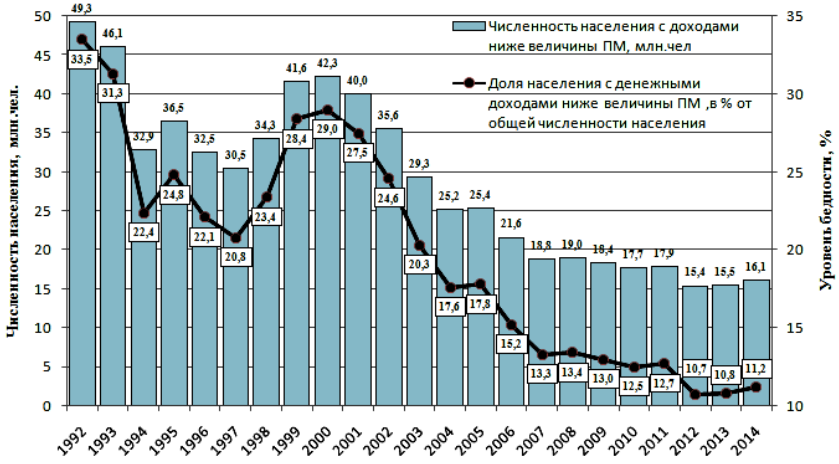


Рис. 3. Динамика бедности в России, 1992-2014 гг.

чертой бедности возросло по сравнению с 2013 г. и составило 16,1 млн. чел. — 11,2% от общей численности жителей Российской Федерации.

За период рыночных преобразований уровень доходов населения, как и уровень бедности, был подвержен значительным колебаниям. Российская статистика оценивает дефицит денежного дохода как сумму доходов, которую необходимо доплатить бедному населению для того, чтобы вывести их за черту бедности, в процентном выражении от объема доходов всего населения.

В России самый высокий дефицит денежного дохода был в 1992 г. — 6% от общего объема денежных доходов населения. К 2014 г. дефицит дохода снизился до 1,0% или в 6 раз (рисунок 3). [**10**] В период 1992-1998 гг. имеются значительные колебания дефицита денежного дохода, это было связано с тем, что в России стояла проблема финансовой стабилизации, и путь к ней лежал через борьбу с инфляцией и сокращением бюджетного дефицита.

Начиная с 2000 г. величина дефицита денежного дохода стала устойчиво сокращаться, однако темпы этого сокращения существенно замедлились в 2007-2013 гг. За последние 14 лет дефицит сократился с 5,0% до 0,9%. 2014 г. завершился с незначительным увеличением денежного дохода, что было связано с падением цен на углеводородное сырье, с девальвацией рубля и с резким ростом инфляции в стране.

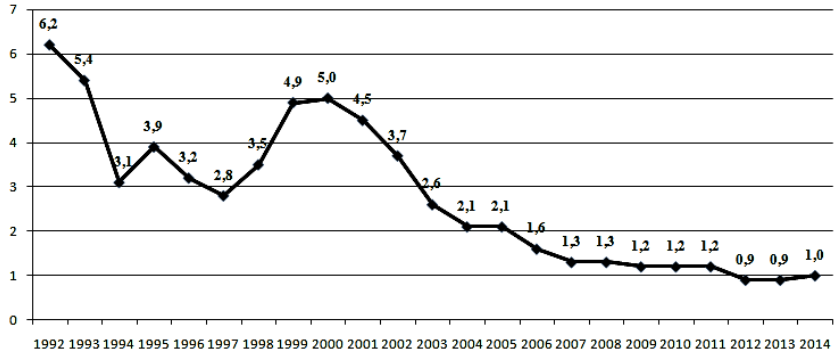


Рис. 4. Динамика дефицита денежного дохода в России, 1992-2014 гг., (в% от общего объема денежных доходов населения)

Проблемы неравенства в России стали за последнее десятилетие предметом активных общественных дискуссий, проводимых экономистами, социологами и представителями других наук. Растущий разрыв между богатыми и бедными вызывает значительное социальное напряжение населения страны. Динамика показателей дифференциации доходов населения России, представлена на рисунке 5. [11]

С 1997 г. по 2007 г. показатели дифференциации доходов демонстрировали плавный восходящий тренд, и они не отреагировали снижением на кризис 1998 года. Очевидно, что рост неравенства в годы экономического роста (1997-2007 гг.) был вызван тем, что доходы богатых росли значительно быстрее доходов бедных. Реакция на экономический кризис 2008 г. проявилась в том, что показатели неравенства в 2007-2010 гг. зафиксировались на одном уровне (0,421-0,422 для коэффициента Джини; 16,6-16,7 для коэффициента фондов). В 2011 г. фиксируется некоторое снижение дифференциации доходов (до 0,417 по коэффициенту Джини и до 16,2 раза по коэффициенту фондов), а в 2012 г. вновь рост неравенства. К 2014 году произошло небольшое снижение уровня неравенства до 0,416 по коэффициенту Джини и до 16,0 раз по коэффициенту фондов.

По рекомендации ООН коэффициент фондов не должен быть больше 8-10. В странах Европы этот коэффициент равен 6-10 и ниже, а разрыв 15 — это тот рубеж, за которым уже начинается социальное напряжение в стране [**12**]

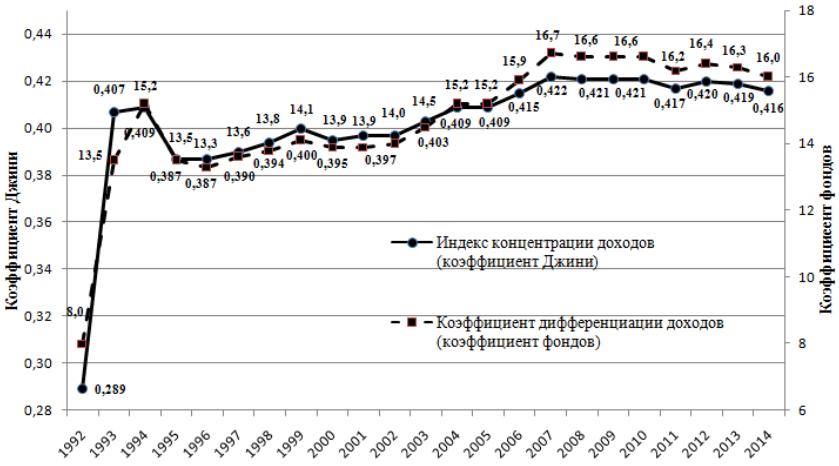


Рис. 5. Динамика показателей дифференциации доходов населения России, 1992-2014 гг.

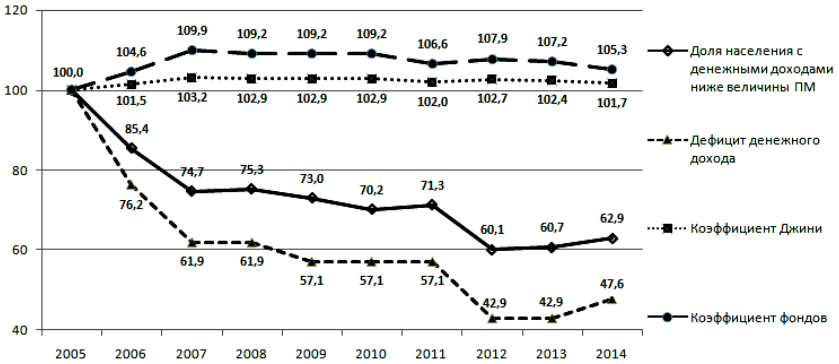


Рис. 6. Динамика бедности населения и дифференциации доходов населения в РФ, (в% к 2005 г.)

Для того чтобы наглядно сравнить тенденции изменения и показателей бедности населения и показателей дифференциации доходов за последние 10 лет, на рисунке 5 представлена веерная диаграмма.

Для того чтобы выявить тенденции динамики бедности и дифференциации доходов населения в РФ с 2005 г. по 2014 г. по каждому показателю, представленному на рисунке 6, были рассчитаны уравне-

Таблица 2. Тренд изменения бедности населения и дифференциации доходов населения в РФ за 2005-2014 гг.

Показатели	Уравнения прямой
Численность населения с доходами ниже величины ПМ, млн.чел.	$\bar{Y}_t = 23,4915 - - - -0,893 \cdot t$
Доля населения с денежными доходами ниже величины ПМ,% от общей численности населения	$\bar{Y}_t = 16,59 - - - -0,641 \cdot t$
Дефицит денежного дохода,% от общего объема денежных доходов населения	$\bar{Y}_t = 1,8365 - - - -0,103 \cdot t$
Индекс концентрации доходов (коэффициент Джини)	$\bar{Y}_t = 0,4159 + 0,0004 \cdot t$
Коэффициент дифференциации доходов (коэффициент фондов)	$\bar{Y}_t = 15,9915 - - - -0,047 \cdot t$

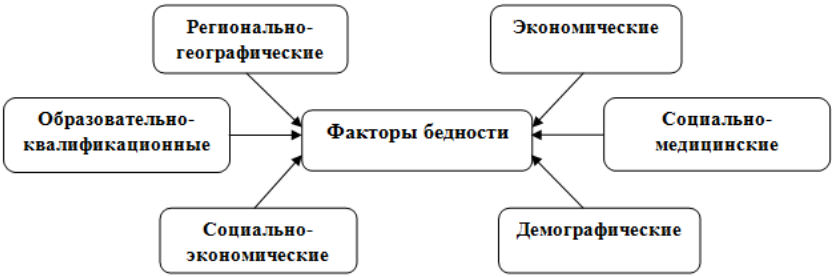


Рис. 7. Факторы бедности

ния прямой (Таблица 2).

В РФ за 2005-2014 гг. численность бедного населения (с доходами ниже величины ПМ) снижалась, в среднем, ежегодно на 893 тыс. чел., а доля населения с такими низкими доходами уменьшилась на 0,641% пункта. Дефицит денежного дохода за этот же период, в среднем, ежегодно снижался на 0,103% пункта. Коэффициент Джини остался почти неизменным на протяжении десяти лет, а коэффициент фондов ежегодно снижался на 0,047 или на 4,7% пункта.

4. Факторы, влияющие на бедность населения.

В анализе специфики российской бедности существует некоторые взаимосвязанные факторы, влияющие на бедность населения, которые представлены нами в виде схемы. [13], с. 5.

- Экономические — низкая производительность труда; низкая заработная плата; безработица; существование низкооплачиваемых

рабочих мест; неквалифицированного или малоквалифицированного труда.

- Социально-медицинские — инвалидность, старость, плохое (слабое) здоровье, высокий уровень заболеваемости, маргинализация, а также детская безнадзорность и беспризорность, которые могут быть отнесены к проявлениям бедности.
- Демографические — неполные и многодетные семьи (рождение каждого последующего ребенка резко увеличивает вероятность перехода домохозяйства в состав бедных).
- Социально-экономические — низкий уровень социальных гарантий и соотношения минимальных социальных выплат с прожиточным минимумом.
- Образовательно-квалификационные — низкий уровень образования, недостаточный уровень профессиональной подготовки, ситуация «невостребованности» предлагаемых образования и квалификации спросу на региональном рынке труда.
- Регионально-географические — климатические условия; географическое положение (северные регионы, зависимые от централизованных поставок продовольственных товаров и ресурсов; состояние рынка труда); отраслевая структура.

Особое влияние на уровень бедности, по нашему мнению, оказывают экономические факторы, среди которых одним из главных факторов является низкий уровень заработной платы, который не обеспечивает реализацию воспроизведения и стимулирования функций оплаты труда. Ведь даже средняя заработная плата не обеспечивает нормальные условия для жизни и скорее выполняет роль социального пособия. Низкий уровень доходов значительной части семей в сочетании с чрезмерным неравенством доходов обусловливают социальный разлом общества, вызывают социальную напряженность, препятствует успешному развитию страны, определяют демографический кризис и кризисные процессы в семье и обществе.

Еще одним немало важным экономическим фактором, влияющим на бедность, является безработица, которая приводит к бездеятельности определенную часть трудоспособного населения, как следствие — к потере квалификации, распаду семьи, к общественным и политическим беспорядкам.

Выводы

Проблема бедности считается одной из самых глубоких социальных проблем России. Она предполагает состояние, вызванное недостатком ресурсов материального характера для ведения нормального образа жизни, привычного и характерного для значительной части населения планеты.

Уровень бедности в России с 1992–2014 гг. имел неблагоприятные периоды. Причиной роста уровня бедности являлись кризисы — 1998 г., 2008 г. и 2014 г. Однако в целом уровень бедности России имеет тенденцию снижения.

С дифференциацией доходов наоборот, она имеет негативную динамику. Доходы в обществе распределены неравномерно, т.к. степень отклонения линии фактического распределения общего объема денежных доходов населения возрастает, а соотношение между уровнями доходов 10% самого обеспеченного и самого бедного населения увеличилось до катастрофического уровня — свыше 16 раз, когда при норме должен быть ниже 8–10.

Главными экономическими факторами, влияющими на бедность населения России, являются низкий уровень заработной платы и безработица.

В целом, дальнейшая динамика уровня бедности в России и количества бедных сограждан будет во многом зависеть от складывающейся экономической ситуации в стране.

Список литературы

[1] Социальная статистика [Текст]: Учебник / Под ред. чл.-кор. РАН И. И. Елисеевой. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2003. - 480 с.: ил.. ↑ 91

[2] Информация о Международной помощи бедным 2013 год [Электронный ресурс]: [сайт]. – URL: http://lenino.info/novosti/mirovye-novosti/19-dekabrja-mezhdunarodnyi-den-pomoschi-bednym.html.↑ 92

[3] Бадертдинова, Е.Ф. Вестник Башкирского университета [Электронный ресурс] / Е.Ф. Бадертдинова // Проблема бедности и богатства в учениях социал-дарвинизма и марксизма. - 2008. - №1. – Том3.- с. 57–60.: [сайт]. - URL: http://cyberleninka.ru/article/n/problema-bednosti-i-bogatstva-v-ucheniyah-sotsial-darvinizma-i-marksizma. ↑ 92

[4] Федосеев, В.В. Проблемы оценки уровня и динамики бедности населения России [Электронный ресурс] / В.В. Федосеев // Труд и социальные отношения. – 2009. - №3. – с. 48–53.- Доступ из науч. электрон. б-ки «eLibrary». ↑ 93

[5] Социологический энциклопедический словарь, под ред. Осипова Г.В., - М. – 1998 г., 480 с.. ↑ 93

[6] В.К. Сенчагов. Экономическая безопасность России: Общий курс: Учебник Под ред. В.К. Сенчагова . 2-е изд. - М.: Дело,2005. - 896 с.. ↑ 93

[7] Михалкина, Е.В. Terra Economicus / Е.В. Михалкина // Бедность как феномен постреформенного общественного развития: методика измерения и оценка. – 2005. - №4. – Том 3. - С. 61–68.. ↑ 93,95

[8] А.И. Кравченко. Социология: Общий курс: Учебное пособие для вузов. – М.: ПЕРЭС; Логос, 2002. – 640 с.. ↑ 94

[9] Пасовец, Ю. М. Риски бедности населения в современных российских условиях [Электронный ресурс] / Ю. М. Пасовец // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2015. - №2 (38). – с. 148–156.: [сайт]. – URL: http://cyberleninka.ru/article/n/riski-bednosti-naseleniya. ↑ 94

[10] Численность населения, имеющего среднедушевые денежные доходы ниже величины прожиточного минимума, и дефицит денежного дохода [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/level/# (дата обращения 25.03.2016). ↑ 95,97

[11] Распределение общего объема денежных доходов и характеристики дифференциации денежных доходов населения [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/poverty/# (дата обращения 22.03.2016). ↑

[12] Информация о расслоении российского общества: социальные взрывы 2012 года [Электронный ресурс]: [сайт]. – URL: http://newsland.com/user/4297686316/content/rassloenie-rossiiskogo-obshchestva/4305375. ↑ 98

[13] Богданова, В. П. Факторы российской бедности [Электронный ресурс] / В. П. Богданова, С. Д. Родионова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №1 – с. 5–18.: [сайт]. – URL: http://cyberleninka.ru/article/n/faktory-rossiyskoy-bednosti. ↑ 100

Специфика статьи: Макроэкономический анализ, *Аналитический материал*, Методы экономической статистики.

Пример ссылки на эту публикацию:

И. И. Шайдорова. «Динамика бедности населения России». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 91–104.

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Научный руководитель:

Е. Ф. Зеляк к.э.н.

Об авторе:

Ирина Игоревна Шайдорова

УГП имени А.К.Айламазяна ЗЭ33

e-mail: Shaidorova.ira@ya.ru

Irina Shaydorova. *Dynamics of poverty of the population of Russia.*.

Abstract. The paper analyzes the dynamics of the poverty of the population of the Russian Federation from 1992 to 2014. The dynamics of the main indicators of poverty and the dynamics of income differentiation, are the main factors influencing the poverty of the Russian population.

Key words and phrases: standard of living and the poverty of the population, concept of poverty, the system of indicators of poverty level, factors affecting the poverty of the population..

Sample citation of this publication:

Irina Shaydorova. “Dynamics of poverty of the population of Russia.”. *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 91–104. (*In Russian*).

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© I. I. Shaydorova, 2016
© Pereslavl University, ЗЕ33, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

Ю. И. Лебедева

Разработка электронной картотеки книгообеспеченности учебных дисциплин вузовской библиотеки

Аннотация. Работа посвящена созданию информационной системы «Электронная Картотека Книгообеспеченности» для библиотеки образовательного учреждения. Данная система необходима для организации контроля обеспечения читательского контингента необходимой литературой.

Ключевые слова и фразы: Электронная картотека, генерация отчетов, базы данных, Excel.

1. Введение

Библиотека выступает центром распространения знаний, духовного и интеллектуального общения и культуры. Образовательные учреждения высшего образования в Российской Федерации должны проходить аккредитационную комиссию раз в пять лет. Одним из критериев оценки качества образования является книгообеспеченность учебного процесса. Согласно приказам Министерства Образования, отчет книгообеспеченности составляется по каждой дисциплине, преподаваемой в ВУЗе. Сложность заключается в том, что приходится вручную создавать огромное количество отчетов, анализировать их и составлять сводную ведомость по всем циклам дисциплин или направлениям подготовки бакалавров. Если учитывать множественность критериев для ее оценки, то становится ясно, насколько это трудоемкий процесс, требующий большого числа расчетов. Сотрудники ведут постоянную работу по анализу состояния обеспеченности учебной, учебно-методической литературой и иными информационными ресурсами дисциплин кафедр университета.

© Ю. И. Лебедева, 2016
© Частное образовательное учреждение высшего образования Институт программных систем «УГП имени Айламазяна», 4Э22, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

2. Описание деятельности учебной библиотеки “УГП имени А.К.Айламазяна”

Библиотека основана одновременно с основанием самого университетом в 1993 году. Финансирование деятельности библиотеки осуществляется руководством УГП, а в соответствии с действующим законодательством. В настоящее время в библиотеке хранится более 25 тысяч единиц хранения. В библиотеке работает, согласно штатного расписания УГП, один библиотекарь и, при необходимости, лаборант.

У библиотекаря имеются множество задач.

Поддержание в актуальном состоянии перечня книг в хранилищах (заполнение и ведение книги учета, инвентарной книги) и размещение литературы в книжные фонды по мере поступлений новых изданий, обеспечение их сохранности.

Формирование библиотечного фонда в соответствии с профилем вуза и информационными потребностями читателей. Организация и ведение справочно-библиографического аппарата и баз данных.

Составление библиографического описания учебной, научной, периодической, справочной, художественной литературы и других видов изданий в традиционном виде и в электронном, который хранится в системе «Электронный каталог УГП».

Работа с различными группами читателей (студенты, аспиранты, докторанты, научные работники, преподаватели в соответствии с информационными запросами на основе широкого доступа к любым фондам). При этом оказывается консультативная помощь в поиске и выборе литературы и других документов, выдача во временное пользование экземпляров книг и других документов из библиотечных фондов.

Оказание помощи в составлении списков литературы по курсовым и выпускным квалифицированным работам.

Составление тематических, адресных и других библиографических справок.

Координация работы с кафедрами по согласованию списка приобретения необходимых книг.

Проведение научных исследований и методической работы по вопросам библиотечного и информационно-библиографического обслуживания.

Координация и кооперация деятельности с библиотеками, органами научно-технической информации и другими учреждениями для более полного удовлетворения потребностей читателей в литературе.

Консультирование читателей по работе Электронно-библиотечной системой (ЭБС) «Книгофонд».

Организация книжных выставок посвященных юбилеям и по другим поводам.

Ведение различной документации, включая отчеты по книгообеспеченности учебных дисциплин согласно запросам Министерства Образования РФ в соответствии с утвержденным нормативным документам.

В таблице () приведены данные внутреннего хронометража распределения загруженности библиотекаря на протяжение одного месяца.

Как видно из приведенных данных трудоемкость текущей работы превышает трудоемкость работы по запросам.

Обеспечение учебного процесса учебными изданиями и библиотечно-информационными ресурсами в образовательном учреждении высшего образования регламентируется приказами Министерства Образования и Науки (МОН РФ), а также Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлениям подготовки, реализуемым в УГП, которые устанавливают необходимый минимум обеспеченности учебного процесса учебными изданиями и библиотечно-информационными ресурсами.

Лицензионные нормативы к наличию у лицензиата учебной, учебно-методической литературы и иных библиотечно-информационных ресурсов и средств обеспечения образовательного процесса по реализуемым в соответствии с лицензией на осуществление образовательной деятельности образовательным программам высшего профессионального образования включают требования по:

- формированию библиотечного фонда высшего учебного заведения;
- обеспеченности обучающихся высших учебных заведений доступом к электронным научным и образовательным ресурсам;
- содержательным и техническим характеристикам электронно-библиотечной системы.
- Формирование библиотечного фонда высшего учебного заведения включает:
- формирование библиотечного фонда высшего учебного заведения в соответствии с тематическим планом комплектования (ТПК), который отражает профиль учебных дисциплин высших учебных заведений и тематику научно-исследовательских работ, и картотекой книгообеспеченности образовательного процесса;

Таблица 1. Трудоемкость работы библиотекаря ЧОУ ВО ИПС “УГП имени А.К. Айламазяна”

Вид работы	Трудоемкость работы за месяц (в часах)	
	Текущая работа	Работа по запросам
Поддержание в актуальном состоянии перечня книг в хранилищах	8	0
Формирование библиотечного фонда	9	0
Составление библиографического описания	15	5
Работа с читателями	17	0
Составление библиографических списков литературы	0	15
Составление справок по запросам проверяющих органов	0	10
Работа с кафедрами по согласованию списка приобретения необходимых книг	5	5
Составление заявок на приобретение литературы	13	0
Проведение научных исследований по вопросам обслуживания	0	3
Координация и кооперация деятельности с учреждениями	4	0
Консультирование читателей с работой Электронно-библиотечной системой (ЭБС) «Книгофонд».	7	0
Организация книжных выставок	8	0
Составление отчетов	0	35
Административно-хозяйственная деятельность	9	0
Итого	95	73

– возможность составления ТПК библиотекой совместно с кафедрами и другими структурными подразделениями высшего учебного заведения с возможностью систематической коррекции данного

плана, а также утверждение его ректором высшего учебного заведения;
– необходимость содержания в картотеке книгообеспеченности информации об учебных дисциплинах, изучаемых в высшем учебном заведении, контингенте обучающихся и формах их обучения, изданиях, рекомендуемых к использованию в образовательном процессе.

Лицензионные нормативы к обеспеченности обучающихся высших учебных заведений доступом к электронным научным и образовательным ресурсам включают:

– обеспечение каждого обучающегося высшего учебного заведения доступом к электронно-библиотечной системе (ЭБС), включающей издания, используемые для информационного обеспечения образовательного и научно-исследовательского процесса в высших учебных заведениях, и обеспечивающей возможность доступа к ним через сеть Интернет;
– возможность одновременного использования высшим учебным заведением одной или нескольких сторонних электронно-библиотечных систем. При использовании нескольких электронно-библиотечных систем учитываются их совокупные качественные и количественные характеристики;
– доступность для обучающихся высшего учебного заведения не менее трех учебных и (или) научных электронных изданий по изучаемым дисциплинам, в том числе входящих в электронно-библиотечную систему, доступ к которой обеспечивается для обучающихся высшим учебным заведением;
– минимальный (базовый) уровень и динамику роста коэффициента обеспеченности обучающихся высшего учебного заведения доступом к электронно-библиотечной системе;
– минимальный (базовый) уровень и динамику роста коэффициента обеспеченности обучающихся высшего учебного заведения электронными изданиями по изучаемым дисциплинам.

Коэффициент обеспеченности обучающихся высшего учебного заведения доступом к электронно-библиотечной системе рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ЭБС}} = \frac{\sum K_i}{N_K} \cdot 100$$

где K_i -значение показателя, характеризующего качественные или количественные параметры электронно-библиотечной системы. K_i (от 0 до 1); N_K -общее количество показателей, характеризующих качественные или количественные параметры электронно-библиотечной системы (равняется 6).

Минимальный (базовый) уровень обеспеченности обучающихся высшего учебного заведения доступом к электронно-библиотечной системе составляет 25 баллов при условии достижения минимальных (базовых) значений содержательных характеристик такой системы.

С целью роста возможностей доступа через сеть Интернет к используемым в образовательном процессе изданиям учебной и учебно-методической литературы рекомендуются следующие значения данного коэффициента: 2013 год - не менее 50 баллов, 2014 год - не менее 75 баллов, 2015 год - не менее 100 баллов.

Коэффициент обеспеченности обучающихся высшего учебного заведения электронными изданиями по изучаемым дисциплинам рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ЭИ}} = \frac{D_{\text{вып}}}{D_{\text{общ}}} \cdot 100$$

где $D_{\text{вып}}$ -число дисциплин, в отношении которых выполняются лицензионные нормативы по обеспеченности электронными изданиями, в том числе входящими в электронно-библиотечную систему; $D_{\text{общ}}$ - общее число дисциплин, изучаемых обучающимися высшего учебного заведения.

Контроль за соблюдением приведенных показателей осуществляется в виде предоставленных документов отчетности в, содержащих следующие позиции: показанные в виде таблицы.

Приведенная форма отчетности должна формироваться каждый семестр по каждой дисциплине и дополнительно в случае специализированной работы библиотеки.

УГП производит обучение бакалавров по направлениям, приведенным в таблице.

По каждому направлению преподаются около 40 дисциплин. Следовательно, в сумме необходимо подготовить примерно 120 отчетов, для создания которых требуется получить информацию по численности студентов каждого из направлений всех курсов и всех форм обучения, использовать список дисциплин каждой кафедры, согласно рабочему плану обучения.

Таблица 2. Форма отчета ВУЗА по книгообеспеченности учебного процесса

ЧОУ ВО “УГП имени А.К.Айламазяна” Карта обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой Учебная дисциплина: Кафедра: Форма обучения: Направление подготовки:						
Тип	Описание	Год	Гриф	Кол. экз.	Кол. студентов	Обеспеч., в %
Осн.						
Доп.						
Учеб.-метод.						
Итого						

Таблица 3. Перечень направлений по уровню бакалавриат в ЧОУ ВО ИПС “УГП имени А.К.Айламазяна”

№ п/п	Коды профессий, и направлений подготовки	Наименования профессий, и направлений подготовки	Присваив. по направлению, квалификации
1	01.03.02	Прикладная математика и информатика	Бакалавр
2	09.03.02	Информационные системы и технологии	Бакалавр
3	09.03.03	Прикладная информатика (профиль экономика)	Бакалавр

Для обеспечения выполнения всей работы нужно повысить производительность работника посредством применения информационных технологий в библиотекарской деятельности.

3. Разработка электронной картотеки книгообеспеченности

Современные информационные технологии предоставляют широкий набор способов реализации информационных систем, выбор которых осуществляется на основе требований со стороны предполагаемых пользователей, которые, как правило, изменяются в процессе разработки.

Разрабатываемая система базируется на электронном каталоге. Он написан на языке PHP в связке с системой управления базами данных MySQL. Преимуществами данного языка являются:

- Простота использования – это язык, который может быть встроен непосредственно в HTML-код страниц, которые, в свою очередь будут корректно обрабатываться интерпретатором.
- Гибкость – хотя PHP обычно рекомендуется использовать в сочетании с HTML, он с таким же успехом интегрируется и в JavaScript, и другие языки.
- OpenSource – данное программное обеспечение является открытым и доступным для копирования, модифицирования и распространения.

Созданная подсистема состоит из двух интерфейсов:

- Создание и редактирование отчета;
- Визуализация отчета.

Задачей первого является сбор данных и сохранение их в базу. Второй интерфейс уже работает с этой информацией и выводит уже заполненную форму для анализа или печати. Визуализация отчетов выполняется при помощи экспортирования заполненной формы в формат XLSX (Excel 2007).

4. Интерфейс создания отчета

Задачей данного интерфейса является сбор данных и сохранение их в базу. Он включает в себя несколько полей для ввода общей информации об отчете и область поиска.

Для создания отчета необходимо ввести небольшое количество информации для заполнения “шапки” формы. Для этого имеется набор из семи полей. Навигация между ними возможна с использованием клавиши “Tab” и сочетания “Shift+Tab”.

Само “тело” состоит из трех категорий. Для каждой из них в таблице с отчетами выделены поля типа “текст”, куда записан сериализованный массив. Сериализация (в программировании) – процесс

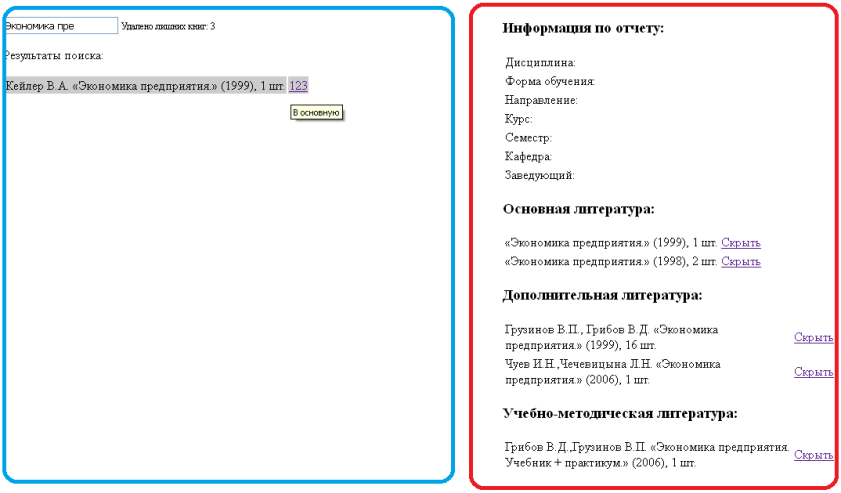


Рис. 1. Интерфейс создания и редактирования отчета

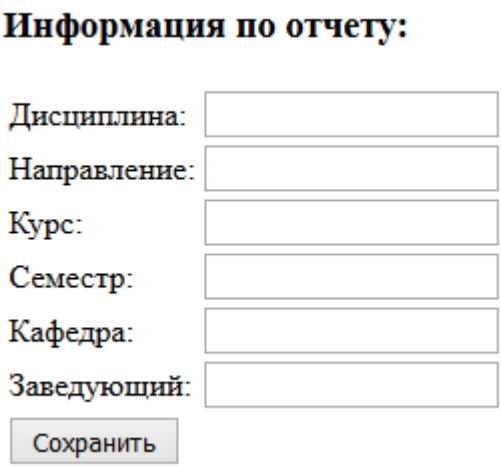


Рис. 2. Блок описания отчета

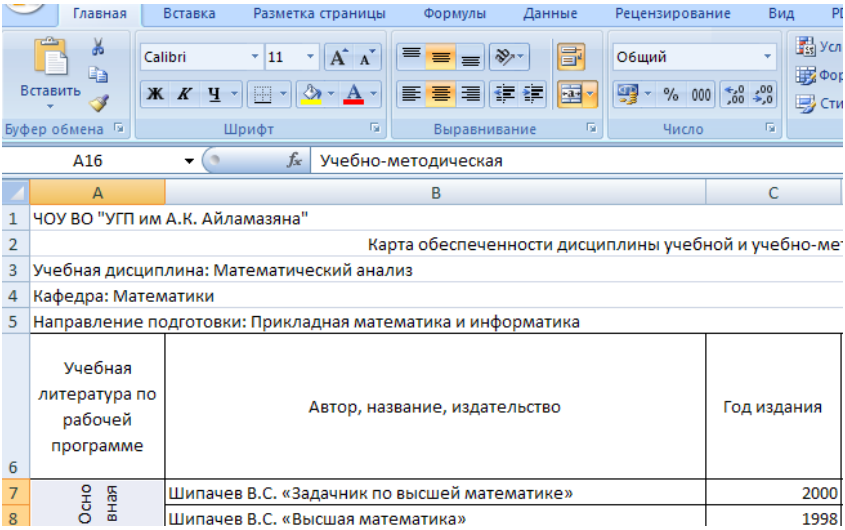


Рис. 3. Окно MS Excel 2007 со сгенерированным отчетом

перевода какой-либо структуры данных в последовательность битов. Данный способ используют для передачи объектов по сети или же сохранения в файл. В данном случае сериализация позволяет отказаться от дополнительной таблицы для хранения связей и сократить количество запросов к СУБД при работе программы.

Поле для поиска необходимо, чтобы наполнить эту часть отчета. Поиск на начальном этапе осуществляется средствами базы данных с использованием конструкции LIKE. При уточнении запроса общение с сервером уже не идет, так как новых результатов быть не может. Лишние строки удаляются из поисковой выдачи. Этим занимается небольшой клиентский скрипт, написанный на JavaScript с использованием библиотеки jQuery.

5. Визуализация данных

Финальная версия отчета отдается пользователю в формате xls. Это бинарный формат MS Excel. Для работы с электронными таблицами из языка PHP существует открытая библиотека PHPExcel. Её возможности позволяют считывать и записывать любые данные, менять форматирование ячеек и задавать в них формулы.

На данном этапе работы создан только вариант для печати. В дальнейшем планируется дополнить его рабочим вариантом, где будут подсвечены узкие все места (ошибки и несоответствия).

6. Заключение

Отчеты отражают книгообеспеченность дисциплин основной, дополнительной и учебно-методической литературы, специальностей и кафедр вуза. Представлена структура вуза, с факультетами и кафедрами; список дисциплин, читаемых кафедрами; список групп с указанием изучаемых дисциплин. Текущие изменения в картотеку вносятся по мере поступления новых документов в библиотеку. При комплектовании фонда сотрудники библиотеки, исходя из данных картотеки, определяют дисциплины, коэффициент обеспеченности которых учебной литературой не соответствует требованиям и нормативам Минобразования и науки РФ. Это позволяет планировать приоритеты комплектования на текущий и последующий годы.

Специфика статьи: Совершенствование системы образования, Развитие информационно-вычислительных технологий, *Повышение эффективности деятельности предприятий*, *Интерактивное приложение или его часть*, Информационный ресурс, Языки программирования, *Системы управления базами данных*.

Пример ссылки на эту публикацию:

Ю. И. Лебедева. «Разработка электронной картотеки книгообеспеченности учебных дисциплин вузовской библиотеки». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 105–116.

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Научный руководитель:

В. В. Лучшева к.э.н.

Об авторе:

Юлия Игоревна Лебедева

Частное образовательное учреждение высшего образования Институт программных систем «УГП имени Айламазяна», 4Э22

e-mail: leb.yuliya2012@yandex.ru

Yuliya Lebedeva. *The development of e-filing Book Supply disciplines of university libraries.*

Abstract. The work is dedicated to the creation of an information system "Electronic filing Book Supply" for the educational institution library. This system is necessary for the organization of the control software of the reader's contingent with the necessary literature.

Key words and phrases: Electronic filing, report generation, database, Excel.

Sample citation of this publication:

Yuliya Lebedeva. "The development of e-filing Book Supply disciplines of university libraries". *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 105–116. (*In Russian*).

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© Y. I. Lebedeva, 2016
© Private educational institution of higher education Aylamazyan University of Pereslavl, 4E22, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

Ю. В. Баталова

Разработка экологического блока в информационной системе анализа социальной комфортности проживания населения в г.Переславле-Залесском

Аннотация. Работа посвящена проблеме обеспечения благополучия и анализу статистических данных, характеризующих экологическое состояние города. Проведены расчеты перспективы заполнения полигона ТБО в городе Переславле-Залесском. Проведен опрос населения о качестве экологического состояния города.

Ключевые слова и фразы: экологическое состояние, комфортность проживания населения в городе Переславле-Залесском..

1. Введение

Создание наиболее благоприятной и комфортной среды обитания всегда было и остается важной и значимой задачей для человечества. С ростом урбанизации на относительно небольших городских пространствах усиливаются негативные последствия обострения взаимоотношений между обществом и природной средой. Если раньше основной задачей оптимизации развития городов было сдерживание их неуправляемого пространственного, хозяйственного и демографического роста, то на современном этапе все более актуальным становится решение социальных и экологических проблем. В связи с этим необходимость изучения современных процессов, происходящих на урбанизированных территориях, неуклонно возрастает. Оценка комфортности проживания населения на городском уровне представляет большой научный интерес, так как именно в крупном масштабе можно реально проанализировать как природные, так и социально-экономические условия любой территории. Разработка мероприятий по улучшению комфортности проживания населения и их внедрение позволяют сформировать городской ландшафт и среду, наилучшим образом отвечающие требованиям, предъявляемым

© Ю. В. Баталова, 2016
© ЧОУ ВО “УГП Им. А.К. Айламазяна”, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

населением к территории проживания, что согласуется с основными направлениями, по которым ведется поиск путей оптимизации среды жизни и хозяйственной деятельности. Понимание города как сложного социально значимого образования, как многогранной среды жизнедеятельности и обитания, включающей все формы нематериальной и материальной культуры, узко замещено пониманием города как функциональных элементов городского хозяйства, отраслей, сфер деятельности. Априори – город – это социо-эколого-экономическая система, детерминантами в которой являются социальная и экологическая системы, а обеспечивающей компонентой второго порядка выступает экономическая система. Целью работы является оценка экологической и социальной комфортности проживания населения в г. Переславле-Залесском.

Для достижения поставленных целей необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить динамику основных показателей соц.-эконом. развития города Переславля-Залесского;
- изучить динамику показателей экологического состояния города;
- разработать анкеты для выявления восприятия жителями города комфортности проживания;
- провести оценки природной, экологической и социальной комфортности проживания населения;
- проанализировать рекомендации по улучшению проживания в городе.

2. Понятие социальная комфортность как сложное теоретическое и прикладное понятие

В мировой практике известен Международный индекс счастья Happy Planet Index(HPI))[1]. Он определяется:

$$HPI = \frac{\text{Субъективное благополучие} \cdot \text{Продолжительность жизни}}{\text{Экологический след}}$$

Субъективное благополучие определяется по данным опроса, продолжительность жизни по данным статистики, а экологический след или экологическая нагрузка – объемом использованных ресурсов для потребления. Антропов В.А. [2] интерпретирует этот индекс следующим образом: «Каждый человек стремится прожить долгую, благополучную и полноценную жизнь. При этом задачей государства

становится обеспечение каждого поколения населения всеми необходимыми ресурсами, без нанесения ущерба окружающей среде». Таким образом HPI показывает не счастье каждого отдельного человека, а демонстрирует рациональность использования природных ресурсов, чтобы человек чувствовал себя счастливым и удовлетворенным.

По последним данным ожидаемая продолжительность жизни населения по Ярославской области составляет 69 лет. Качество жизни является сложной категорией теоретические основы которой находятся на стыке нескольких дисциплин: социологии, экономики, психологии. Качество жизни, счастье, удовлетворенность жизнью – как отмечает Айвазян С.А. [4] «категории тесно связанные». Человеческое счастье, которое выражается через субъективную удовлетворенность жизнью, тесно взаимосвязано с качеством жизни, и понятием комфорта, которое определяется рассудочной деятельностью, степенью приспособленности индивида к социуму. С объективной точки зрения можно оценить свойство среды на основе данных официальной статистики, а субъективной – ощущения индивида. Измерение уровня социальной комфортности основывается на обработке и агрегировании субъективных мнений (результатов анкетных обследований населения) и статистических показателей, характеризующих каждый из анализируемых блоков. Экологический след, как отмечает автор [5] это площадь, необходимая для производства продуктов и товаров, потребляемых населением изучаемой территории, для ассимиляции отходов от сжигания топлива и производства энергии, а также обеспечивающая пространство для инфраструктуры. Экологический след может быть рассчитан не только на государственном уровне, но и на уровне отдельных районов, областей, городов и даже отдельного человека.

3. Расчет интегрального показателя экологического состояния г. Переславля-Залесского

В рамках работы проведен отбор показателей, характеризующих динамику экологического состояния города Переславля-Залесского и проведено нормирование этих показателей. Итоговый интегральный показатель социальной комфортности проживания населения в регионе, согласно методике [6], представляет собой линейную сверстку $Y_{\text{св}}(t)$ нормированных значений частных критериев и вычисляется по формуле:

Таблица 1. Значения интегрального индикатора уровня экологического состояния г. Переславля-Залесского $Y_{\text{св}}(t)$ за 2000-2014 годы

Год	Интегральный индикатор
2000	0,443
2001	0,496
2002	0,475
2003	0,366
2004	0,419
2005	0,388
2006	0,597
2007	0,692
2008	0,546
2009	0,397
2010	0,375
2011	0,364
2012	0,331
2013	0,288
2014	0,375

$$Y_{\text{св}}(t) = \sum_{j=1}^{s} \widetilde{x_j} \cdot w_j$$

где $(\widetilde{x_1}, ..., \widetilde{x_s})$ - набор унифицированных частных критериев анализируемого уровня экологического состояния города; w_j - весовые коэффициенты, удовлетворяющие условиям: $w_i \geq 0$, $\sum_j w_j$ В таблице 2 представлены значения интегрального индикатора уровня экологического состояния г. Переславле-Залесском для каждого периода t (t=2000,. . . ,2014).

По итогам расчетов построен график.

Значение построенных интегральных индикаторов и их динамика могут интерпретироваться как оценка степени эффективности управления административных служб, деятельность которых связана с реализацией задач социальной политики. Примененная методика нормирования частных критериев и выбора их параметров позволяет

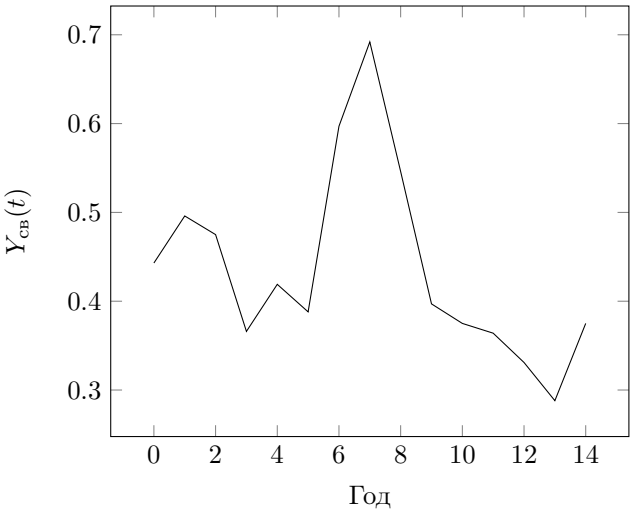


Рис. 1. Динамика интегрального индикатора уровня экологического состояния г. Переславля-Залесского $Y(t)$ за 2000-2014 годы

Таблица 2. Распределение опрошенных по полу и возрасту

	До 20	21-45	46-60	Старше 60	Итог
Мужчины	36	64	13	4	117
Женщины	67	102	19	15	203
Всего	103	166	32	19	320

оценивать реальное развитие социальной сферы города, и уровень комфортности для населения.

4. Расчет индекса удовлетворенности населения уровнем чистоты в г. Переславле-Залесском

В рамках работы была разработана анкета и проведен опрос жителей г. Переславля-Залесского с целью выявления природной, экологической и социальной комфортности проживания населения в нашем городе и получения рекомендаций по улучшению проживания. Собрано 320 анкет: из них опрошено 117 мужчин и 203 женщины.

Таблица 3. Расчет индекса удовлетворенности чистотой в городе Переславле-Залесском

Показатель	Количество человек	Доля в %
Да, удовлетворен абсолютно	13	4,1
Удовлетворен частично	16	5.0
Скорее не удовлетворен	30	9,4
Не удовлетворен	261	81,6
Всего	320	100

Исходными данными в анализе удовлетворенности является расчет показателя индекса удовлетворенности субъекта, основанный на анализе результатов опроса респондентов. В литературе [7] предлагается следующая формула получения единого значения индекса удовлетворенности:

$$i = (a + 0,75b - 0,75c - d)/100$$

где i – индекс удовлетворенности; a – полностью удовлетворенные; b – скорее удовлетворенные; c – не очень удовлетворенные; d – совсем не удовлетворенные;

По приведенной выше формуле рассчитаем индекс удовлетворенности населения качеством чистоты г. Переславля-Залесского, величина которого составила i = 0,808 единиц: Индекс удовлетворенности со знаком « » означает, что большинство опрошенных не удовлетворены чистотой в г. Переславле-Залесском. Индекс удовлетворенности населения г. Переславля-Залесского качеством жизни в городе составляет 0,084. Эта величина положительная, что характеризуется как низкий уровень удовлетворенности качеством жизни, что подтверждает тенденция переезда жителей г. Переславля-Залесского в другие города. На основании проведенных расчетов был рассчитан «Международный индекс счастья» (HPI) для жителей г. Переславля-Залесского, который составил 2,4 единицы.

$$HPI(2,4) = \frac{\text{Суб. благополучие}(0{,}084) \cdot \text{Прод. жизни}(69)}{\text{Экологический след}(2{,}42)}$$

Величина экологического следа была рассчитана с помощью калькулятора экологического следа [8] для одного жителя. Очевидно, что

чем больше город, тем сильнее антропогенное давление на экологическое состояние территории, что в сочетании с низким уровнем социальной комфортности проживания населения снижает уровень счастья отдельного идивида.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ, проведенный в рамках работы, показал, что ситуация в городе с чистотой осталась прежней, во многом это связано с постепенным уменьшением текущих затрат на мероприятия по охране окружающей среды на одного жителя. Самыми загрязненными местами в нашем городе большинство опрошенных считает улицы и дворы. Для того чтобы наш город был чистым и красивым, по мнению большинства людей, нужно привлекать общественность к контролю и выявлению загрязнителей и усиливать меры воспитания. В городе проводятся экологические десанты по уборке мусора с участием молодежи. Кроме того среди молодежи есть экологическая группа, готовая участвовать в рейдах по уборке и расчистке территорий города, ежегодно проводятся конкурсы и фестивали на тему: «самая благоустроенная территория предприятия, организации», «самый лучший и чистый двор», «самая благоустроенная территория дошкольного образовательного учреждения», «самая благоустроенная территория школы, внешкольного образовательного учреждения». В этих мероприятиях принимают участие представители организаций, предприятий, учреждений, активные жители города Переславля-Залесского. Но все эти разовые мероприятия не решают экологической проблемы города. Жители с завидным упорством продолжают замусоривать собственный город – причиной этому является низкий уровень культуры жителей города.

Список литературы

[1] Международный индекс счастья http://www.happyplanetindex.org/about/. ↑

[2] Антропов В.А. Дорога к «счастью» или «счастье» - категория экономическая. / Антропов В.А.//Научный журнал «Вестник Уральского государственного университета путей сообщения» №4(16), 2012 г.. ↑

[3] Сайт федерального органа государственной статистики / Ожидаемая продолжительность жизни населения http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_14p/IssWWW.exe/Stg/d1/02-12.htm. ↑

[4] Айвазян С.А. Анализ качества и образа жизни населения / Центральный экономико-математический ин-т РАН. М.: Наука, 2012. – 432 с.. ↑

[5] Глазырина И.П., Потравный И.М. Экологические индикаторы качества роста региональной экономики / Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН, Москва, 2005г. - .54-77с.. ↑

[6] Сажин Ю.В., Скворцова М.А. Интегральная оценка социальной комфортности проживания населения в регионе //Финансы и бизнес, №3 2009с191-200. http://finbiz.spb.ru/index.php?option=com_content&task=section&id=51&Itemid=103. ↑

[7] Ласточкина М.А. Факторы удовлетворенности жизнью: оценка и эмпирический анализ // Вопросы прогнозирования №5, 2012 г.. ↑

[8] Калькулятор экологического следа http://jalajalg.positium.ee/?lang=RU. ↑

Специфика статьи: Решение экологических проблем, Сохранение и приумножение культурного наследия, Исследования региональной экономики, Решение социально-экономических проблем, Аналитический материал, Методы экономической статистики, Системы управления базами данных, Анкетирование, Другие методы экономического анализа.

Пример ссылки на эту публикацию:

Ю. В. Баталова. «Разработка экологического блока в информационной системе анализа социальной комфортности проживания населения в г.Переславле-Залесском». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 117–125.

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Научный руководитель:

В. В. Лучшева к.э.н.

Об авторе:

Юлия Владимировна Баталова

ЧОУ ВО “УГП Им. А.К. Айламазяна”

e-mail: olga.batalowa2012@yandex.ru

Julia Batalowa. *Developing environmental unit is the information system analysis of social comfort of the population living in Pereslavl-Zalessky.*

Abstract. The work is devoted to the well-being and analysis of statistical data that characterize the ecological condition of the city. Calculations on the prospects of filling the city landfill Pereslavl-Zalessky held. The survey population of the city as the ecological state of the city held.

Key words and phrases: ecological condition, the comfort of the population living in the city of Pereslavl-Zalessky..

Sample citation of this publication:

Julia Batalowa. “Developing environmental unit is the information system analysis of social comfort of the population living in Pereslavl-Zalessky”. *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 117–125. (*In Russian*).

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© J. V. Batalowa, 2016
© Pereslavl University, 4E22, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

О. Н. Виноградова

Разработка интерфейса информационной системы УГП для ввода данных о зачётных книжках

Аннотация. В статье описан ход работы над информационной системой: создание рабочего интерфейса позволяющего добавлять, смотреть, редактировать данные о зачётных книжках.

Ключевые слова и фразы: Зачётные книжки, интерфейс.

Введение

В журнале успеваемости информационной системы во время сессии по каждой дисциплине создаются электронные ведомости. Как оказалось, у начальных курсов отсутствовали номера зачётных книжек. Чтение информации о номерах зачетных книжек есть в скрипте журнала. Но им не возможно было воспользоваться, поскольку его не смогли найти. Интерфейса для ввода данных о зачётных книжках отсутствовал. Главной задачей стало разработать этот интерфейс, для удобства заполнения данных.

1. Начало разработки

Данные разделяются на код (скрипты) и шаблон, заполняемый скриптами. Для разработки скриптов был использован язык программирования Perl[1], т.к. большая часть системы edu.botik.ru[2][3] написана на этом языке. Создан HTML-шаблон, предназначенный для вывода данных на html-страницу. Главной функцией обеспечивающие базовую работу по извлечению и обработки данных это:

```
sub get_data {

  my $req = shift;
  my $groupID = '';
  my @students = ();
  $groupID  = $req->param('groupID');

```

© О. Н. Виноградова, 2016
© УГП имени А.К.Айламазяна 2Э43, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

```
8    if ($req->param('groupID')){
9      @students = &getID($groupID);
10   }
11
12   my @groupsList= &getGroups();
13
14   foreach my $key (@students) {
15     my $k=$key->{key};
16
17     if (defined $req->param("rb_n_".$k)) {
18       my $recBookNumber = $req->param("rb_n_".$k);
19       my $rb_from_system = Apache2::DBI::eq_get ("P$k/rb_n")
     ->[1]     '';
20
21         if ($recBookNumber ne $rb_from_system) {
22           $key->{rb_n}=$recBookNumber;
23           my $time = Apache2::DBI::db_time();
24           Apache2::DBI::store_record("P$k/rb_nV",$time,
     $recBookNumber);
25         }
26     }
27   }
28
29   return {
30           "GROUPS_LIST" => \@groupsList,
31           "ID_LIST" => \@students,
32           "STUDENTS_LIST" => $students[0],
33           "SELECTED_ID" => $groupID
34   };
35 }
```

2. Список групп студентов

2.1. Сбор информации

Первой задачей было определиться, какие данные нужно собрать для данного интерфейса: ФИО студентов, номера всех групп, номера зачётных книжек. Вся необходимая информацию о персоне собиралась из базы данных. Каждая запись в базе состоит из ключа записи и её значения, и то и другое являются строками произвольной длины, где ключ представляет собой конкатенацию логического ключа, времени его появления, указания автора записи либо специфической информации о её происхождении и другой информации. По названию логического ключа можно понимать какую информацию мы собираемся прочитать из базы благодаря контексту данных. Информация о

каждом студенте собирается в отдельный хеш, который в свою очередь помещается в общий массив данных:

```
sub getID{
  my $ginf = getGroupInfo(shift);
  my @gml = split ', ', $ginf->{members};
  my @gmnl;
  my $i, my $o, my $f, my $rb_n;
    foreach (@gml){
      $i = Apache2::DBI::eq_get ("P$_/I")->[1];
      $o = Apache2::DBI::eq_get ("P$_/O")->[1];
      $f = Apache2::DBI::eq_get ("P$_/F")->[1];
      $rb_n = Apache2::DBI::eq_get ("P$_/rb_n")->[1];
      push @gmnl, {key => $_, fio => "$f $i $o", rb_n =>
    $rb_n};
    }
  @gmnl = sort { ($a->{fio}) cmp ($b->{fio}) } @gmnl;
  return @gmnl;
}

sub getGroupInfo{
  my $gid = shift;
  my %ginf;
  $ginf{name} = $gid;
  $ginf{speciality} = Apache2::DBI::eq_get ("W0/$gid/
    speciality")->[1];
  $ginf{members} = Apache2::DBI::eq_get ("W0/$gid/members")
    ->[1];
  $ginf{time} = Apache2::DBI::eq_get ("W0/$gid/members")
    ->[0];
  return \%ginf;
}
```

2.2. Создание списка групп

На первом этапе создания интерфейса предполагалось, что вся информация будет содержаться в виде таблицы, в которой будут указаны только те студенты, которые не имеют номера зачётной книжки. Но такой способ оказался не очень эффективный. Поскольку в такой системе нужную информацию можно было только записывать, никаких изменений вносить было невозможно. Было решено, вместо таблицы данных создать выпадающий список. При открытии страницы пользователь получает список. При выборе нужной группы студентов на экране отобразится небольшая таблица со всей нужной информацией и возможностью поправить то, что нужно (и можно) править.

```
sub getGroups{
  my @gl = ();
  my @g = @{&getGroupsFromDB()};
    foreach (@g){
      my @p = split /, /, $_;
      foreach my $s (@p){
        push @gl, $s;
      }
    }
  return @gl;
}

sub getGroupsFromDB{
  my $g1 = Apache2::DBI::eq_get ("type/StudentGroup/W0/Spec1"
    )->[1];
  my $g2 = Apache2::DBI::eq_get ("type/StudentGroup/W0/Spec2"
    )->[1];
  my $g3 = Apache2::DBI::eq_get ("type/StudentGroup/W0/Spec3"
    )->[1];
  return [$g1, $g2, $g3];
}
```

2.3. HTML-шаблон

Для вывода на экран выпадающего списка групп в шаблон был записан следующий фрагмент кода:

HTML

```
<h1>Номера зачётных книжек</h1>
    <form method="POST">
        [% IF GROUPS_LIST %]
            <p>Выберите группу:
            <select name="groupID" size="1">
            [% FOREACH GROUP=GROUPS_LIST %]
                [% IF SELECTED_ID == GROUP %]
                    <option value="[% GROUP %]"selected>[% GROUP %]</option>
        [% ELSE %]
          <option value="[% GROUP %]">[% GROUP %]</option>
        [% END %]
      [% END %]

     <!-- <input type="hidden" name="button_pressed" value="1"> -->
        <input type="submit"value="Выбрать">
    [% END %]
```

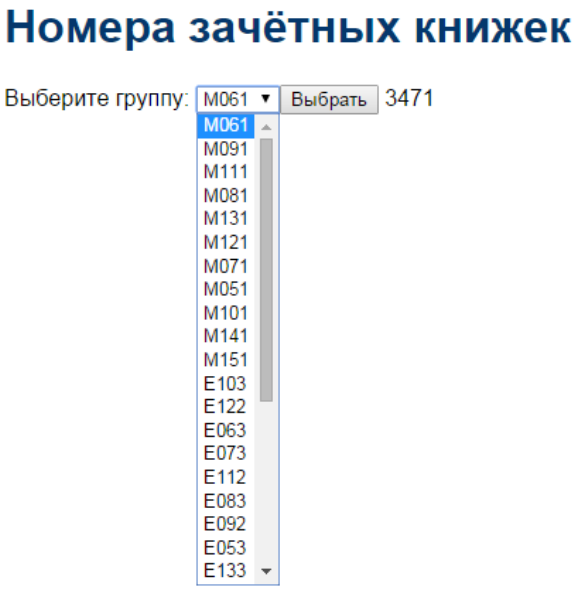


Рис. 1. Выпадающий список

3. Список студентов

После создания списка групп началась реализация таблицы, которая содержит список студентов и напротив каждой персоны соответствующий номер зачётной книжки.

HTML

```
[% IF STUDENTS_LIST %]
    <p>Студенты выбранной группы:
  </p>
     <table border="2">
     [% COUNT = 1 %]
            <tbody>
                <tr>
                    <td align="center">№</td>
                    <td align="center">ФИО</td>
          <td align="center">Номер зачётной книжки</td>
        </tr>
     [% FOREACH STUDENT = ID_LIST %]
        <tr>
          <td>[% COUNT %] </td>
```

Номера зачётных книжек

Выберите группу: M051 ▾ Выбрать

Студенты выбранной группы:

№	ФИО	Номер зачётной книжки
1	Абрамов Николай Сергеевич	05001
2	Безрук Юлия Андреевна	05003
3	Живчикова Надежда Сергеевна	05006
4	Земляков Александр Владимирович	04007
5	Касимов Вениамин Мамедович	05007
6	Качалов Александр Валерьевич	05008
7	Патрикеев Евгений Михайлович	05009
8	Стрельников Егор Юрьевич	04059
9	Усов Пётр Васильевич	05098
10	Федосова Марина Алексеевна	
11	Черезов Андрей Владимирович	04018
12	Шевчук Андрей Юрьевич	05015
13	Шнурченко Иван Владимирович	04019

Сохранить

Рис. 2. Список студентов группы M51

```
15          <td>[% STUDENT.fio %] </td>
16          <td> <input  type="text" name="rb_n" value="[% STUDENT.rb_n %]" >
17              [% COUNT = COUNT + 1 %]
18     [% END %]
19           ol>
20       </tbody>
21      </table>
22    <table border="1" cellSpacing="0" cellPadding="0"
23        style="margin-top: 0px;">
24      <tr>
25        <td> <input type="submit" name="is_changed" value="Сохранить">
26        </td>
27      </tr>
28    </table>
```

На экране пользователь увидит студентов выбранной группы. При отсутствии в базе данных номера зачётной книжки, напротив студента пустое поле. В это поле записывается нужная информация и при нажатии «Сохранить», в базу данных добавляются новые данные.

4. Заключение

В результате данной работы был создан интерфейс информационной системы УГП для ввода данных о зачётных книжках. Скрипт собирает сведения о студентах, формирует данные для заполнения шаблона, проверяет, был ли записан номер зачётки. Пользователь заходит в интерфейс. На экране отобразится выпадающий список. При выборе нужной группы появится таблица со студентами и их номером зачётной книжки. Записываются все необходимые данные. После сохранения вся информация автоматически записывается в базу данных, что сильно облегчает работу. Данный интерфейс уже реализован в информационной системе edu.botik.ru.

Список литературы

[1] Perl Programming Documentation http://perldoc.perl.org,. ↑ 127

[2] Страничка проекта информационной системы для УГП http://wiki.botik.ru/IS4UGP/,. ↑ 127

[3] С.В. Знаменский. К новым технологиям информационной поддержки сложных проектов. Переславль. ↑ 127

Специфика статьи: Развитие информационно-вычислительных технологий, Подпрограмма или библиотека программ, Интерактивное приложение или его часть, Языки программирования, Системы управления базами данных.

Пример ссылки на эту публикацию:

О. Н. Виноградова. «Разработка интерфейса информационной системы УГП для ввода данных о зачётных книжках». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 127–134.

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Научный руководитель:

С. В. Знаменский д.ф.-м.н.

Об авторе:

Ольга Николаевна Виноградова

УГП имени А.К.Айламазяна 2Э43

e-mail: olgav19960509@mail.ru

Olga Vinogradova. *Interface design of the information system of UGP for data entry on the record-book.*

Abstract. The article describes the progress of work on information system: the creation of a working interface to add, view, edit data on the record-book.

Key words and phrases: The record-book, interface.

Sample citation of this publication:

Olga Vinogradova. "Interface design of the information system of UGP for data entry on the record-book". *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 127–134. (*In Russian*). URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© O. N. Vinogradova, 2016
© Pereslavl University, 2E43, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

А. Е. Степанова

Информационная система анализа доступности высшего образования в России

Аннотация. Статья посвящена созданию информационной системы для автоматизированного анализа данных, характеризующих доступность высшего образования в России. Источником данных для анализа являются результаты анкетирования различных категорий учащихся (старшеклассники, студенты средних специальных и высших учебных заведений, аспиранты). Разработанная программа позволяет анализировать данные электронного анкетирования, в том числе выявление факторов, оказывающих влияние на доступность высшего образования. Также программа позволяет представить результаты анализа в графическом виде. В статье приводятся отдельные результаты статистического анализа данных.

Ключевые слова и фразы: высшее образование, информационная система, анкетирование, статистическая обработка, единый государственный экзамен.

Введение

Наличие высшего образования является одним из важнейших критериев оценки степени успешности человека. Высшее образование позволяет претендовать на высокие должности, необходимо для продвижения по карьерной лестнице. В настоящее время, основным критерием, по которому абитуриенты зачисляются в ВУЗ-ы, является достаточное количество баллов, набранных по результатам Единых государственных экзаменов (ЕГЭ). По результатам ЕГЭ выпускники школ получают две оценки, одна из которых выставляется в школьной пятибалльной шкале, а другая — в стобалльной шкале для предоставления приемным комиссиям ВУЗ-ов и ССУЗ-ов [1]. Высокий балл ЕГЭ дает возможность поступить в ВУЗ на бюджетное место.

Одной из декларируемых целей ЕГЭ является повышение доступности профессионального образования для молодежи из малообеспеченных семей и отдаленных от вузовских центров мест проживания. С учетом этого, представляют интерес факторы, оказывающее наибольшее влияние на возможность получения высшего образования в современных условиях.

© А. Е. Степанова, 2016
© УГП, 4Э22, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

Цель данной работы: разработать информационную систему, позволяющую исследовать влияние различных факторов на доступность высшего образования и на выбор абитуриентами места дальнейшего обучения, исследовать взаимосвязь этих факторов, проанализировать данные в целом по России и по Ярославской области.

В ходе исследования были рассмотрены такие факторы как выбор абитуриентами места обучения, баллы ЕГЭ, доход семьи абитуриента/студента, расходы на образование и подготовку к ЕГЭ, способ подготовки к ЕГЭ, критерии выбора учебного заведения и др.

В качестве метода получения исходных данных было выбрано анкетирование учащихся (старшеклассников, студентов и лиц, получающих послевузовское образование). Для автоматизации сбора и последующей обработки данных, было решено разработать информационную систему анализа доступности высшего образования, состоящую из двух компонентов: подсистема сбора и хранения электронных анкет и подсистема обработки данных и отображения результатов обработки в удобном для пользователя виде.

1. Разработка и распространение электронной анкеты

Разработанная анкета включает в себя следующие вопросы:

(*1*) Где вы учитесь (старшие классы школы, ССУЗ, ВУЗ или послевузовское образование. Если школа или ССУЗ, то планирует ли человек поступать в ВУЗ).

(*2*) Входит ли Ваше учебное заведение, в котором Вы учитесь или планируете учиться, в 50 первых ВУЗ-ов рейтинга [**2**]?

(*3*) Год окончания обучения в школе.

(*4*) Ваш регион (выбор одного из 83 регионов России).

(*5*) Ваше место жительства (административный (областной) центр региона, другой город региона или сельское поселение).

(*6*) Общий уровень дохода Вашей семьи (в месяц).

(*7*) Количество членов Вашей семьи.

(*8*) Уровень образования отца.

(*9*) Уровень образования матери.

(*10*) Годовая стоимость обучения.

(*11*) Ваш балл ЕГЭ по математике.

(*12*) Ваш балл ЕГЭ по русскому языку.

(*13*) Какую сумму тратили или тратят Ваши родители на Вашу дополнительную подготовку к ЕГЭ (в среднем в месяц).

(*14*) Каким образом вы готовитесь / готовились к ЕГЭ и поступлению в ВУЗ.

(*15*) Какое образование, на Ваш взгляд, является достаточным для того, чтобы стать успешным человеком в современном обществе.

(*16*) По какому критерию Вы выбрали или выбираете учебное заведение (престижность учебного заведения, приемлемая стоимость обучения, близость к месту постоянного проживания или востребованность специальности на рынке труда).

(*17*) Где находится учебное заведение, в котором Вы учитесь или в которое планируете поступать (в моем городе, в другом городе: Москва или Санкт-Петербург, административный центр региона либо административный центр района).

На основании полученных данных, для последующей обработки вычисляются также такие параметры как:

- доля расходов на образование в общем бюджете семьи;
- количество родителей респондента, имеющих высшее образование (0, 1 или 2). Сюда же входят родители, имеющие послевузовское образование.
- уровень дохода на одного члена семьи.

Результаты анкетирования рассматриваются в динамике, а также анализируются для выявления зависимостей, которые прямо или косвенно влияют на доступность высшего образования. Под выражением “$A \Rightarrow B$” будем понимать следующее: значение параметра A влияет на значение параметра B. Матрица исследуемых зависимостей представлена в таблице 1.

Таблица 1. Исследуемые зависимости

Первый параметр	**Второй параметр**										
	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	13
1. Самохарактеристика анкетируемого (1 вопрос)											
2. Престижность ВУЗа			+								
3. Тип населенного пункта — место проживания	+	+				+	+	+	+	+	
4. Расходы на образование											
5. Балл ЕГЭ по математике	+	+	+						+	+	
6. Балл ЕГЭ по русскому языку	+	+	+						+	+	
7. Расходы на подготовку к ЕГЭ		+		+	+						
8. Способ подготовки к ЕГЭ		+		+	+						
9. Мнение о достаточном уровне образования	+								+		
10. Критерий выбора учебного заведения		+									
11. Тип населенного пункта — место обучения			+						+		
12. Число родителей с высшим образованием	+			+	+			+	+		+
13. Уровень дохода на одного члена семьи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Существуют различные Интернет-сервисы, которые предоставляют услуги онлайн-анкетирования [3–5]. Из бесплатных вариантов, наиболее предпочтительным оказался сервис Google-Формы, создавать анкеты в котором возможно через сервис Google-Диск [6].

Респондент, заполняющий онлайн-анкету, видит перед собой интерфейс, изображенный на рисунке 1. Для заполнения анкеты необходимо зайти на определенный Интернет-адрес. Наиболее эффективным средством распространения электронных анкет в настоящее время является социальные сети, в частности, сайт Вконтакте. Данная социальная сеть позволяет пользователям объединяться в различные тематические группы и сообщества. Довольно большое количество групп объединяет учащихся различных учебных заведений: школ, гимназий, ССУЗ-ов, ВУЗ-ов.

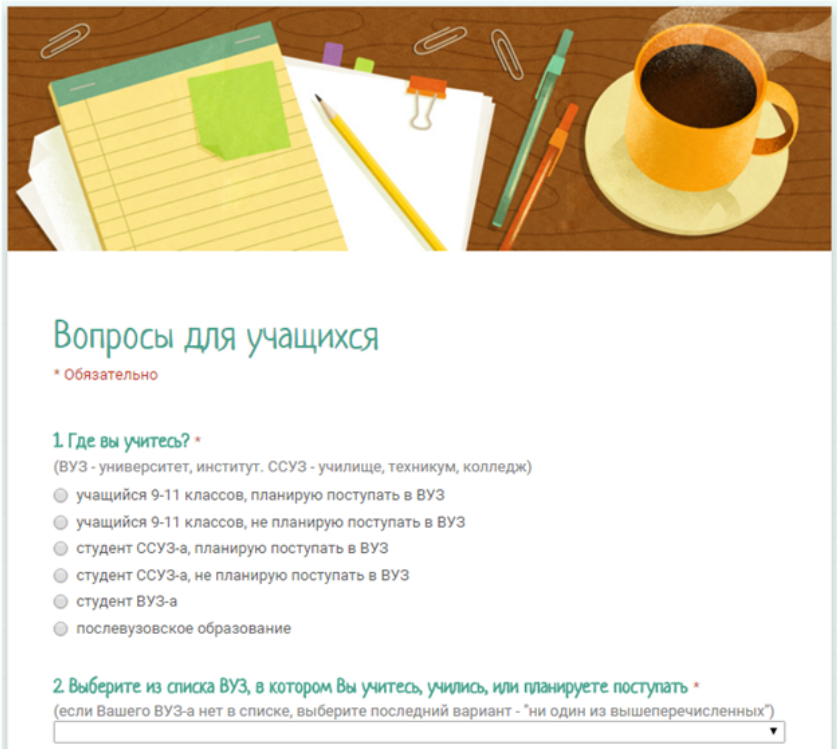


Рис. 1. Онлайн-анкета в веб-браузере

Все анкеты заносятся в базу данных, также хранящуюся в Google-Диске. База данных — Google-Документом типа Google-Таблица. Создатель анкеты может просмотреть и редактировать содержимое Google-Таблицы. Также есть возможность экспортировать Google-Таблицу в файл формата Excel, а затем загрузить на компьютер. Каждая строка таблицы — данные одной анкеты.

2. Разработка программы для статистической обработки и графической визуализации результатов анкетирования

Для автоматизированного анализа электронных анкет, была создана программа на языке C# [7], которая считывает данные из Excel-файла, выполняет статистическую обработку и отображает результаты в виде Excel-диаграмм. Внешний вид программы показан на рисунке 2.

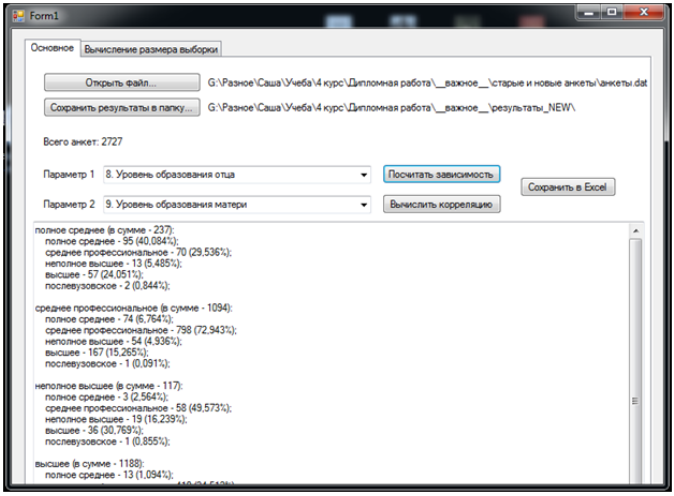


Рис. 2. Внешний вид программы

Вначале необходимо выбрать и загрузить Excel-файл с результатами анкетирования, нажав на кнопку «Открыть файл...». По окончании загрузки, справа от кнопки «Открыть файл...» появляется строка — путь до выбранного файла на жестком диске. После загрузки файла, отображается информация о количестве анкет, собранных с каждого федерального округа России, а также информация

о том, достаточно ли собрано анкет в каждом федеральном округе. Далее, необходимо нажать на кнопку «Сохранить результаты в папку...» и в диалоговом окне выбрать директорию на жестком диске, в которую будут сохранены результаты обработки данных.

Для анализа зависимостей между исследуемыми факторами выбираются два необходимых параметра. Выбор осуществляется с помощью выпадающих списков.

Нажатие на кнопку «Посчитать зависимость» запускает процедуру, которая выполняет следующее: пусть первый параметр может принимать одно из значений $a_1, a_2, \ldots a_m$, а второй параметр — одно из значений $b_1, b_2, \ldots b_n$. Последовательно анализируются данные всех анкет, и вычисляется количество анкет $H(a_i, b_j)$, в которых значение первого исследуемого параметра равно a_i, а второго — b_j $(i \in \{1, 2, \ldots m\}, j \in \{1, 2, \ldots n\})$. Таким образом, всего возможно $m \cdot n$ различных вариантов. Например, если первый параметр — уровень образования отца, а второй — уровень образования матери, то $m = 5, n = 5$. Результаты вычислений заносятся в двумерный массив — таблицу, в ячейки которой записываются количества анкет $H(a_i, b_j)$ (таблица 2).

Таблица 2. Результаты анализа данных об образовании родителей

Образование отца	Образование матери				
	полное среднее	среднее профессиональное	неполное высшее	высшее	послевузовское
полное среднее	95	70	13	57	2
среднеепрофессиональное	74	798	54	167	1
неполное высшее	3	58	19	36	1
высшее	13	410	75	677	13
послевузовское	0	5	0	71	19

Кнопка «Вычислить корреляцию» позволяет вычислить коэффициент корреляции между двумя параметрами для всей выборки, при этом в качестве таких параметров могут использоваться общий доход семьи, расходы на образование, баллы ЕГЭ, расходы на подготовку к ЕГЭ или число родителей с высшим образованием (числовые величины). Например, вычисленный коэффициент корреляции между общим уровнем дохода семьи и баллами ЕГЭ по математике по России составил 0.423, для Ярославской области — 0.361. Коэффициент корреляции между уровнем образования родителей (число родителей с высшим образованием) и общим уровнем дохода семьи по России составил 0.49, для Ярославской области — 0.438. Для расчетов использовалось средние значения тех диапазонов, которые респондент

выбрал в качестве ответов на вопросы, связанные с денежными величинами или баллами ЕГЭ.

При нажатии на кнопку «Сохранить в Excel» создается Excel-файл и сохраняется на жесткий диск. В Excel-файл заносятся названия двух исследуемых параметров, графическая визуализация зависимости между ними в виде диаграммы, а также числовые данные, необходимые для построения диаграммы, подписи к осям диаграммы и оформления ее легенды (рисунок 3). Среди доступных типов диаграмм, было решено выбрать тип «Нормированная гистограмма с накоплением». Результаты отображаются и в окне программы.

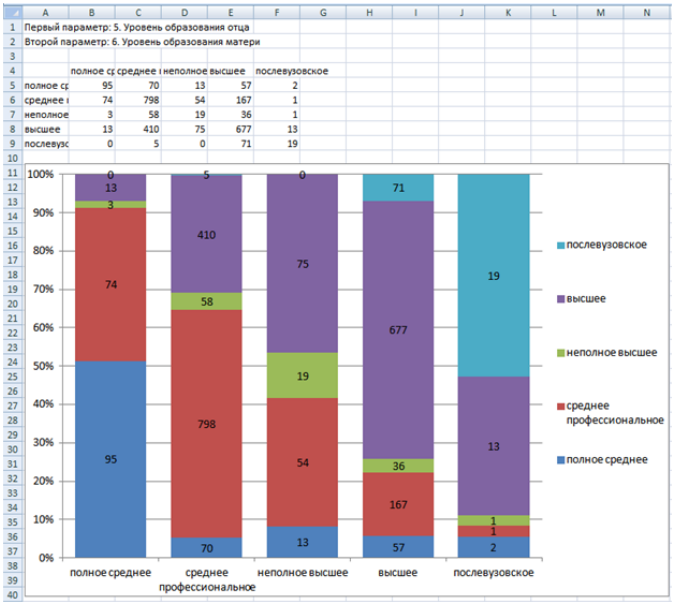


Рис. 3. Визуализация результатов обработки данных

3. Примеры результатов статистического анализа данных

В результате проведения анкетирования на текущий момент собрано 2727 анкет, в том числе по Ярославской области — 478. Приведем диаграммы, демонстрирующие зависимости между некоторыми из пар параметров, представленных в таблице 1.

На рисунках 4 и 5 представлены диаграммы для зависимости «кол-во родителей с высшим образованием ⇒ уровень дохода на одного члена семьи» по данным по всем регионам России и по данным по Ярославской области. Анализ данных позволяет сделать вывод о том, что семьи, в которых ни у одного из родителей нет высшего образования, чаще имеют более низкий уровень дохода. Напротив, если высшее образование имеют оба родителя, то в таких семьях уровень дохода заметно выше.

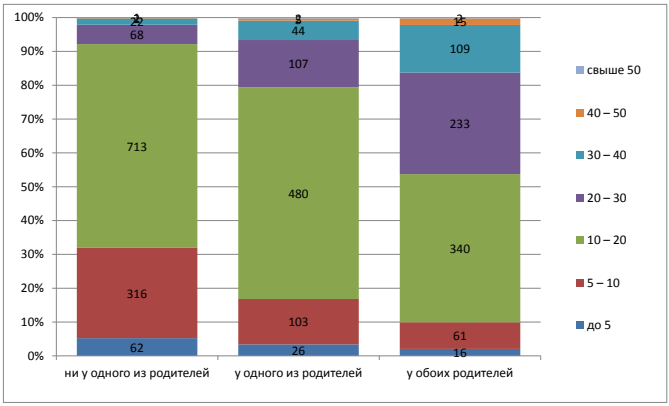


Рис. 4. Зависимость уровня дохода на одного члена семьи (в тыс. руб.) от наличия высшего образования у родителей (данные по всем регионам)

На рисунках 6 и 7 представлены диаграммы для зависимости «уровень доходов на одного члена семьи ⇒ балл ЕГЭ по математике» по данным по всем регионам России и по данным по Ярославской области. Как видим, уровень дохода семьи влияет на то, насколько успешно учащийся сдает ЕГЭ. Так, при уровне дохода до 10 тыс. руб. на человека, доля сдавших на «два» и «три» составляет около 50% по всем регионам России и около 65% по Ярославской области. При уровне дохода более 20 тыс. руб. на человека, доля сдавших на «два» и «три» значительно меньше: около 10% по всем регионам России и около 20% по Ярославской области.

На рисунках 8 и 9 представлены диаграммы для зависимости «расходы на подготовку к ЕГЭ ⇒ балл ЕГЭ по математике» по данным по всем регионам России и по данным по Ярославской области.

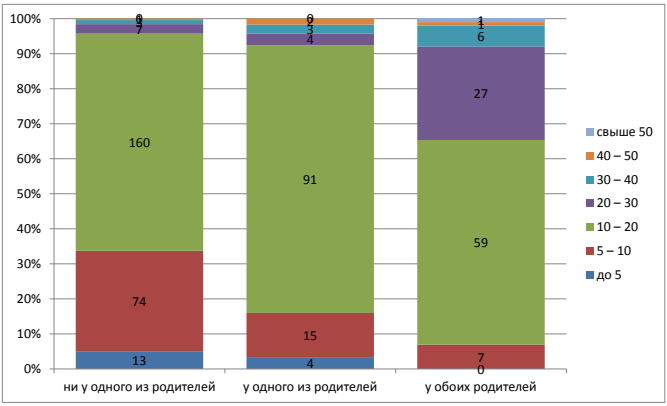


Рис. 5. Зависимость уровня дохода на одного члена семьи (в тыс. руб.) от наличия высшего образования у родителей (данные по Ярославской области)

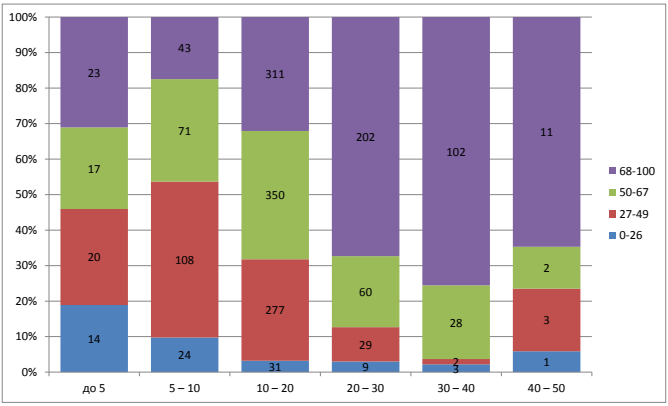


Рис. 6. Зависимость количества баллов на ЕГЭ по математике от уровня доходов на одного члена семьи (в тыс. руб.) (данные по всем регионам)

Наблюдается зависимость между тем, сколько человек тратил денег на подготовку к ЕГЭ, и тем, насколько успешно был сдан экзамены. В случае более высоких затрат, меньше доля учащихся, сдавших ЕГЭ на «три» или «два», и больше доля сдавших на «пять».

На рисунках 10 и 11 представлены диаграммы для зависимости

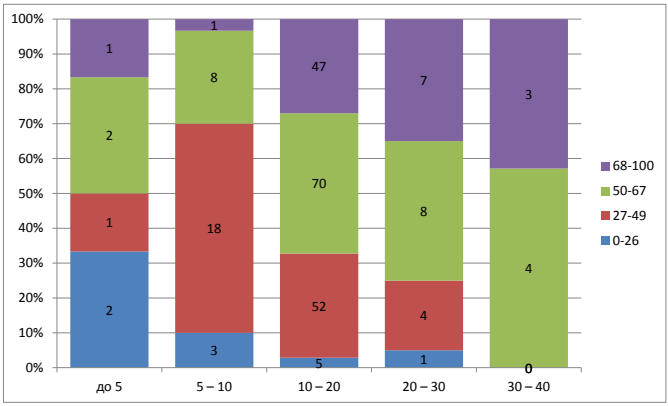


Рис. 7. Зависимость количества баллов на ЕГЭ по математике от уровня доходов на одного члена семьи (в тыс. руб.) (данные по Ярославской области)

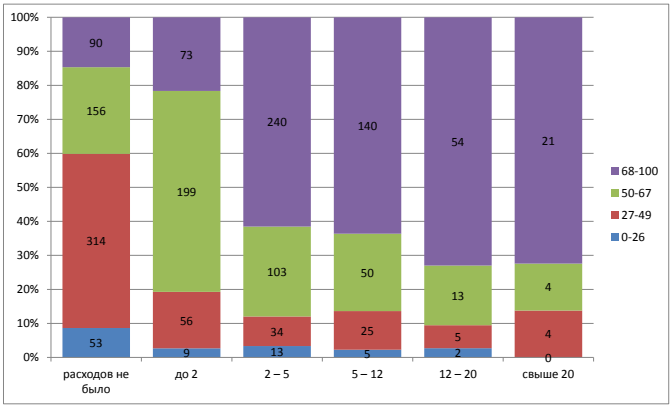


Рис. 8. Зависимость количества баллов на ЕГЭ по математике от расходов на подготовку к ЕГЭ (в тыс. руб.) (данные по всем регионам)

«уровень дохода на одного члена семьи $\Rightarrow$ самохарактеристика анкетируемого» по данным по всем регионам России и по данным по Ярославской области. Прослеживается зависимость между обеспеченностью семьи выпускника и тем, куда он пошел или планирует пойти учиться после школы. Так, среди респондентов из семей с уровнем

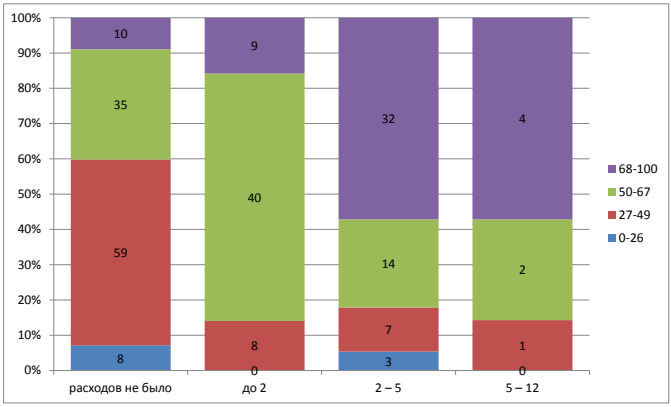


Рис. 9. Зависимость количества баллов на ЕГЭ по математике от расходов на подготовку к ЕГЭ (в тыс. руб.) (данные по Ярославской области)

дохода на одного человека менее 10 тыс. руб., доля лиц, не планирующих получать высшее образование, составляет около 30%. Если же уровень дохода составляет более 20 тыс. руб. на человека, доля таких лиц составляет всего 5%.

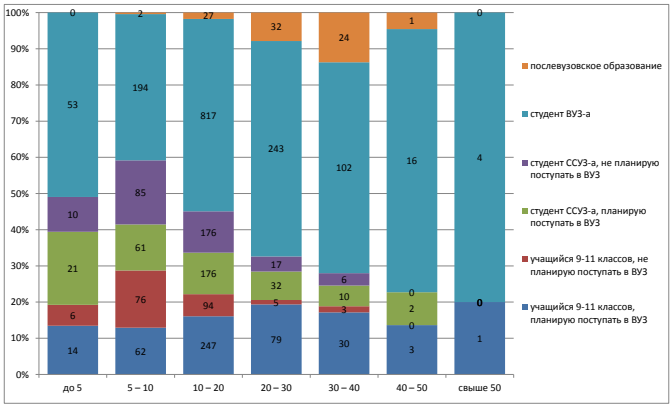


Рис. 10. Зависимость текущего статуса респондента и его планов на будущее от уровня доходов на одного члена семьи (в тыс. руб.) (данные по всем регионам)

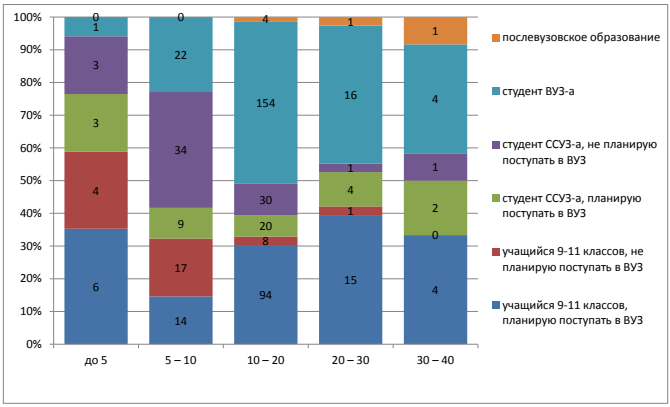


Рис. 11. Зависимость текущего статуса респондента и его планов на будущее от уровня доходов на одного члена семьи (в тыс. руб.), (данные по Ярославской области)

Выводы

Разработанная информационная система позволяет осуществлять сбор и анализ данных, характеризующих доступность высшего образования в России. Сбор данных осуществляется путем электронного анкетирования различных категорий учащихся, для обработки и анализа данных создана программа, которая представляет результаты анализа в виде Excel-диаграмм.

Анализ четырех представленных зависимостей позволяет сделать следующие выводы:

- среди респондентов из семей с более высоким уровнем дохода, выше доля тех, кто получил, получает или планирует получать высшее образование.
- более крупные суммы, потраченные семьей респондента на его подготовку к ЕГЭ, как правило, позволяют достичь лучших результатов при сдаче выпускных экзаменов;
- более высокий уровень дохода повышает шансы на успешную сдачу ЕГЭ.

Это подтверждает тот факт, что абитуриенты из более обеспеченных семей даже в условиях ЕГЭ находятся в более выгодном положении, поскольку имеют больше средств для подготовки к экзаменам. В результате анализа данных, отмечено также, что более

высокий уровень образования родителей положительно сказывается на уровне дохода семьи. Это говорит о том, что, высшее образование на сегодняшний день хоть и не гарантирует защиту от бедности, но остается одним из важных факторов повышения благосостояния домохозяйства.

Представленные диаграммы построены на основании ответов респондентов на первую версию анкеты, состоящую из 13 вопросов. В настоящее время выполняется сбор ответов респондентов на новую версию анкеты, в которую добавлены вопросы об уровне престижности ВУЗа, в котором обучается или планирует обучаться респондент, тип населенного пункта в котором он проживает и тип населенного пункта, где находится учебное заведение, а также год окончания школы. Это позволит проанализировать показатели в динамике, выявить особенности, характерные для элитных ВУЗ-ов России, а также оценить степень мобильности населения в плане выбора места дальнейшего обучения в условиях единого государственного экзамена.

Список литературы

[1] Самолюк Н.Г. Современные средства оценивания результатов обучения // Конспекты лекций по дисциплине ОПД. Ф. 08. Кафедра ТиП. Томский государственный педагогический университет. URL: http://koi.tspu.ru/koi_books/samolyuk/lek17.htm. ↑ 135

[2] Рейтинг вузов России, 2015 год. [Электронный ресурс]. — URL: http://raexpert.ru/rankings/vuz/vuz_2015/ (дата обращения 02.13.2016 г.). ↑ 136

[3] Webanketa — Бесплатное создание анкет, опросов, тестов и голосований! [Электронный ресурс]. — URL: http://webanketa.com/ru/ (дата обращения 03.13.2016 г.). ↑ 138

[4] Анкетолог — удобный сервис для создания и проведения опросов в интернете. [Электронный ресурс]. — URL: http://anketolog.ru (дата обращения 03.13.2016 г.). ↑ 138

[5] Survio — Создать опрос и анкету. [Электронный ресурс]. — URL: http://www.survio.com/ru/ (дата обращения 03.13.2016 г.). ↑ 138

[6] Google–Диск. [Электронный ресурс]. — URL: https://drive.google.com/drive/my-drive (дата обращения 03.13.2016 г.). ↑ 138

[7] П. Дейтел, Х. Дейтел. Как программировать на Visual C# 2012. Пятое издание. СПб.: Питер. 2014.. ↑ 139

Специфика статьи: *Совершенствование системы образования*, Решение социально-экономических проблем, *Подпрограмма или библиотека программ*, *Интерактивное приложение или его часть*, *Аналитический материал*, Методы экономической статистики, Языки программирования, *Анкетирование*.

Пример ссылки на эту публикацию:

А. Е. Степанова. «Информационная система анализа доступности высшего образования в России». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 135–148.

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Научный руководитель:

О. В. Кашенкова

Об авторе:

Александра Евгеньевна Степанова

УГП, 4Э22

e-mail: aquarius-ash@yandex.ru

Alexandra Stepanova. *Information system for the analysis of accessibility of higher education in Russia.*

Abstract. The article is devoted to the creation of an information system for the automated analysis of the data characterizing the accessibility of higher education in Russia. The data source for the analysis is the survey results of different categories of students (high school students, students of secondary and higher educational institutions, graduate students). The developed software allows to analyze the electronic survey data, including the identification of factors that influence access to higher education. Also software allows to present the results of the analysis in graphical form. The article presents some results of the statistical analysis of the data.

Key words and phrases: higher education, information system, survey, statistical processing, unified state exam.

Sample citation of this publication:

Alexandra Stepanova. “Information system for the analysis of accessibility of higher education in Russia”. *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 135–148. (*In Russian*). URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© А. Е. Степанова, 2016
© Переславль University, 4Е22, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

С. В. Карпеш

Разработка электронного расписания

Аннотация. На встречах с абитуриентами УГП называют университетом будущего. Однако признаки будущего распространились не в каждый уголок. Статья посвящена разработке электронного расписания и электронного звонка.

Ключевые слова и фразы: AVR, JavaScript, PHP, Ajax, MySQL.

1. Введение

Традиционное «бумажное» расписание имеет три значительных плюса:

- Независимость от электроэнергии;
- Высокое разрешение при печати;
- Цена.

Однако использование бумажного расписания подразумевает постоянный мониторинг студентами доски объявлений. В данной ситуации человеческий фактор имеет очень большую роль. Дополнительно стоит отметить следующие недостатки:

- Требуется поддерживать в актуальном состоянии доску объявлений;
- Требуется большое количество времени на внесение изменения;
- Отсутствие синхронизации (если расписание в нескольких местах);
- Отсутствие оповещений.

Взвесив все плюсы и минусы традиционного расписания можно сделать вывод, что разработка электронной версии должна себя оправдать.

© С. В. Карпеш, 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 4М21 , 2016
© УГП имени А. К. Айламазяна, 2016

2. Программные и аппаратные средства

Самым универсальным вариантом всегда будет оставаться Веб приложение. Данное решение не требует установки каких либо дополнительных приложений для клиентов (студентов). Достаточно браузера, который сейчас установлен на каждом устройстве, будь то компьютер, планшет, смартфон или даже телевизор.

Последний и будет использоваться, но только в качестве монитора. Встроенный браузер немного в управлении, а управление электропитанием по расписанию невозможно без взлома прошивки.

Задача не требует высокой производительности от компьютера. Основным требованием является способность выводить изображение в разрешении 1920x1080 пикселей, так как на данный момент оно является стандартным для телевизоров. Под эти требования подошел компактный компьютер, изначально разработанный, как тонкий клиент. В нем установлен процессор Intel Atom, имеющий низкое энергопотребление. Ограничений на операционную систему не выдвигаются, но предпочтение отдано свободному программному обеспечению. Выбрана ОС Debian, как очень стабильный дистрибутив. Кроме основных утилит установлена графическая подсистема и браузер Chromium.

Дополнительно к основной функции отображения расписания данному компьютеру предоставлена ещё роль автоматического звонка. Для реализации этой задачи требуется реле, коммутирующее сеть 220 вольт. Напрямую подключить реле к используемому компьютеру невозможно, так как он не содержит GPIO портов. Этот недостаток можно исправить при помощи внешних устройств. Подобных проектов, реализующих прямой доступ к портам ввода/вывода по шине USB достаточно. Среди них самым простым является альтернативная прошивка для программатора USBASP. Программатор представляет собой микроконтроллер atmega8 с минимально необходимой обвязкой. Он позволяет управлять восемью каналами, два из которых не выведены на разъем для удобного подключения.

3. Структура системы

Написанная программа состоит из модулей. Принцип модульности является средством упрощения задачи проектирования программных систем (ПС) и распределения процесса разработки ПС между группами разработчиков. При разбиении ПС на модули для каждого модуля указывается реализуемая им функциональность, а также связи с

другими модулями. Удобство использования модульной архитектуры заключается в возможности обновления (замены) модуля, без необходимости изменения остальной системы.

На данном этапе требуются всего четыре модуля:

- Расписание занятий;
- Доска объявлений;
- Вывод произвольного HTML кода;
- Часы.

Для отображения используются два варианта. Один из них подключает только запрашиваемый модуль с определенным шаблоном. Второй шаблон является полноценным информационным табло, отображающий модули. В распоряжении имеется широкоформатный экран с разрешением 1920*1080 пикселей. На нем можно разместить несколько модулей. Информация о расположении хранится в файле конфигурации config.xml, где указано какой модуль с каким шаблоном имеет определенные размеры и выравнивание (справа или слева экрана).

Запросы на все адреса передаются файлу index.php при помощи mod_rewrite. Модуль mod_rewrite является программным модулем веб сервера Apache. Его первичная функция - манипуляция действий с URL. Благодаря этому модулю запрос /timetable/table/ превращается в /index.php, но при этом исходный запрашиваемый адрес остается доступен. Данный метод в веб разработке называется ЧПУ (Человекопонятный урл).

4. Структура модулей

Каждый модуль состоит из следующих обязательных файлов:

- description.php – содержит в себе описание модуля;
- module.php – содержит код модуля.

Модули могут иметь несколько шаблонов. Данный функционал позволяет повысить универсальность системы. В случае с расписанием, привычный табличный вид крайне неудобно просматривать на маленьком экране. Проблема решается дополнительным шаблоном, где расписание выводится в виде многоуровнего списка, где можно сворачивать неспользуемые узлы.

Файлы шаблонов расположены в каталоге templates. Логика при работе с шаблонами следующая: код модуля получает и обрабатывает данные, после чего передает их шаблону. Задачей шаблона является только визуализация данных. При наличии клиентского скрипта или таблицы стилей они автоматически подключатся.

Управление осуществляется через административный интерфейс. Однако далеко не каждому модулю он действительно необходим и, следовательно, не является обязательным.

Все файлы административного интерфейса расположены в директории administration. Как в случае с самим модулем обязательным является файл module.php. В нем записана основная логика управления.

5. Интерфейс информационного табло

Режим информационного табло (рис. 1) используется для отображения на телевизоре. Чтобы не привязываться к конкретному разрешению вся конфигурация размеров является относительной (в процентах).

Программа считывает конфигурацию из XML файла, подключает модули, их скрипты и таблицы стилей, подключает собственные скрипты и отдает клиенту.

Под “своими скриптами” подразумевается механизм автоматического обновления страницы при изменении данных. Этот механизм раз в пять секунд запрашивает у сервера информацию об изменениях. В запросе присутствует так называемая версия. Это время последнего изменения файла конфигурации. При этом запросе полученное время сравнивается с оригинальным. При положительном ответе страница перезагружается. Выбранное решение позволяет не бояться отключения сети, так как при ошибке соединения табло продолжит свою работу.

Правильным решением было бы проверять все файлы каждого используемого модуля, но это достаточно тяжелая операция. По этой причине при добавлении изменений в административном интерфейсе время изменения основного файла конфигурации обновляется.

6. Интерфейс администрирования

Интерфейс администрирования представляет список использованных модулей и область “live view”, где показано расположение модулей. При наведении на элемент списка область, где расположен этот модуль, подсвечивается.

Модули, у которых написан административный интерфейс, выделяются жирным текстом и цветом подсказки при наведении. При клике на название появляется pop-up окно с интерфейсом конкретного модуля. Дальнейшие манипуляции отличаются для каждого из них.

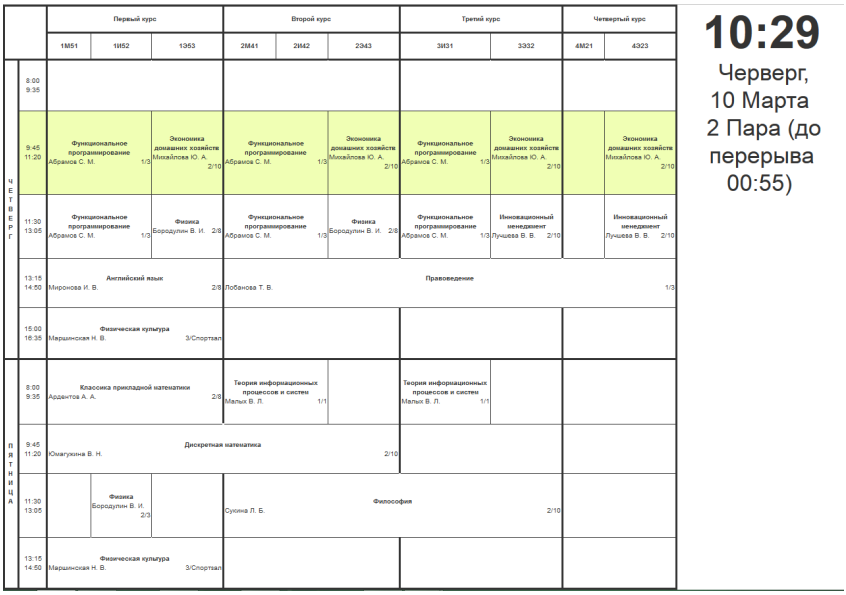


Рис. 1. Интерфейс информационного табло

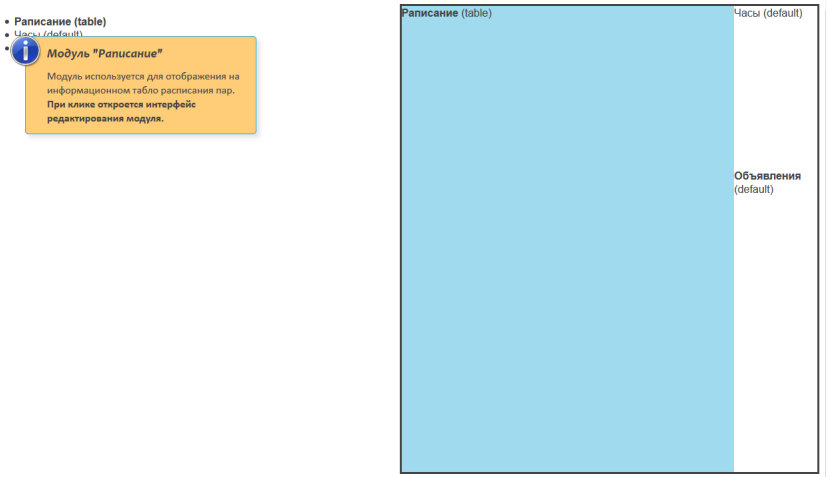


Рис. 2. Интерфейс администратора

7. Интеграция с информационной системой УГП

Для модулей возможна частичная интеграция с информационной (ИС) системой УГП. Из доступного функционала используется поиск персон и отправка писем.

Вся информация относительно персон (преподаватели и группы в модуле “расписание”) содержит уникальные идентицикаторы их пользователей в ИС. Благодаря этим идентификаторам возможно отправлять уведомления об изменениях студентам и преподавателям через систему edu.botik.ru.

Вся работа с ИС ведется через “прокси”. Он представляет собой набор небольших программ на PHP. Сделано это из-за сложности работы кросдоменных запросов со стороны браузеров. Это сделано из соображений безопасности, так как через подобные запросы все личные данные могут быть украдены.

8. Автоматический звонок

Дополнительно к основной функции отображения расписания компьютеру была предоставлена роль автоматического звонка. Информация о расписании звонков берется из модуля “расписание”. Скрипт, написанный на языке perl, сравнивает XML файл, находящийся на машине с тем, что расположен на сервере, при необходимости обновляет его, считывает и сравнивает время, установленное на машине с тем, что записано в файле. В случае успеха оставляет пометку в лог файле и дает звонок.

Планировщик cron настроен на запуск скрипта раз в минуту. Время поддерживается в актуальном состоянии благодаря демону NTP.

9. Заключение

Результатом работы является электронное расписание. Решение функционирует начиная с 2015/2016 года. Автоматический звонок был установлен к началу второго семестра и работает без сбоев.

Список литературы

[1] Справочник по современному javascript http://javascript.ru/manual.↑
[2] Руководство по PHP https://php.net/manual/ru/index.php. ↑

Специфика статьи: Развитие информационно-вычислительных технологий, Алгоритм, *Подпрограмма или библиотека программ*, *Интерактивное приложение или его часть*, *Языки программирования*, Системы управления базами данных.

Пример ссылки на эту публикацию:

С. В. Карпеш. «Разработка электронного расписания». *Наукоёмкие информационные технологии: Труды XX Молодежной научно-практической конференции* SIT-2016. УГП имени А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский: Изд-во «Университет города Переславля», 2016 с. 149–155.

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

Научный руководитель:

С. В. Знаменский д.ф.-м.н.

Об авторе:

Сергей Валерьевич Карпеш

УГП имени А. К. Айламазяна, 4М21

e-mail: Karpesh.sergey@gmail.com

Sergej Karpesh. *Creation of the timer for conference.*

Abstract. Meetings with applicants UGP called university of the future. But the signs of the future are not spread into every corner. The article is devoted to the development of electronic schedules and electronic call.

Key words and phrases: AVR, JavaScript, PHP, Ajax, MySQL.

Sample citation of this publication:

Sergej Karpesh. “Creation of the timer for conference”. *Science-intensive information techlnologies: Proceedings of XX Junior R&D conference SIT-2016.* Ailamazyan Pereslavl University. — Pereslavl-Zalesskiy: Pereslavl University Publishing, 2016 pp. 149–155. (*In Russian*).

URL: https://edu.botik.ru/proceedings/sit2016.pdf

© S. V. Karpesh, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 4М21, 2016
© Ailamazyan Pereslavl University, 2016

Содержание сборника трудов XX Молодежной научно-практической конференции SIT-2016

Предисловие *3–5*

Пленарное заседание 21 декабря

Хрусталёв М. М., Халина А. С. *Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов для квазилинейных стохастических систем, функционирующих на неограниченном интервале времени* *7–18*

Пленарное заседание 22 декабря

Знаменский С. В. *За ограничениями метрики Левенштейна и LCS* *19–28*

Секция 1. Математические и технические основания систем неоднородной структуры

Шустова М. В. *Байесовский подход к обнаружению аномалий в потоке данных* *29–38*

Понизовкин Д. М. *Влияние меры сходства на результативность рекомендательных систем* *39–42*

Петров А. А. *Создание системы автоматического управления погружного жидкостного охлаждения высокопроизводительных кластеров* *43–51*

Пичугин А. М. *Моделирование управления мобильным роботом с прицепом* *53–60*

Демидов А. А. *Разработка имитационных математических моделей процесса теплообмена в иммерсионной системе охлаждения* *61–72*

Карпеш С. В. *Разработка аппаратного обеспечения для системы управления высокопроизводительным вычислительным комплексом с погружным охлаждением* *73–78*

Дьяченко В. А. *О чувствительности алгоритмов определения близости строк к случайным совпадениям* ... *79–89*

Секция 2. Технологии управления экономическими системами

Шайдорова И. И. *Динамика бедности населения России* ... *91 – 104*

Лебедева Ю. И. *Разработка электронной картотеки книгообеспеченности учебных дисциплин вузовской библиотеки* ... *105 – 116*

Баталова Ю. В. *Разработка экологического блока в информационной системе анализа социальной комфортности проживания населения в г.Переславле-Залесском* ... *117 – 125*

Виноградова О. Н. *Разработка интерфейса информационной системы УГП для ввода данных о зачётных книжках* ... *127 – 134*

Степанова А. Е. *Информационная система анализа доступности высшего образования в России* ... *135 – 148*

Карпеш С. В. *Разработка электронного расписания* ... *149 – 155*

Авторский указатель

Баталова, Юлия Владимировна <olga.batalowa2012@yandex.ru> 117 – 125
ЧОУ ВО “УГП Им. А.К. Айламазяна”

Виноградова, Ольга Николаевна <olgav19960509@mail.ru> 127 – 134
УГП имени А.К.Айламазяна 2Э43

Демидов, Алексей Алексеевич <dremron@mail.ru> 61 – 72
ЧОУ ВО ИПС "УГП им. А.К. Айламазяна 4М21

Дьяченко, Владислав Андреевич <dyachenko.vlad_76@mail.ru> 79 – 89
ЧОУ ВПО УГП, 4М21

Знаменский, Сергей Витальевич <> 19 – 28
Институт программных систем имени А. К. Айламазяна РАН

Карпеш, Сергей Валерьевич <Karpesh.sergey@gmail.com> 73 – 78, 149 – 155
ЧОУ ВО “УГП им А.К.Айламазяна, 4М21, УГП имени А. К. Айламазяна, 3М21, УГП имени А. К. Айламазяна, 4М21

Лебедева, Юлия Игоревна <leb.yuliya2012@yandex.ru> 105 – 116
Частное образовательное учреждение высшего образования Институт программных систем «УГП имени Айламазяна», 4Э22

Петров, Алексей Анатольевич <reykon2010@yandex.ru> 43 – 51
УГП имени А. К. Айламазяна

Пичугин, Алексей Михайлович <Pam11@mail.ru> 53 – 60
УГП, 3И32

Понизовкин, Денис Михайлович <denis.ponizovkin@gmail.com> 39 – 42
Институт программных систем имени А. К. Айламазяна РАН

Степанова, Александра Евгеньевна <aquarius-ash@yandex.ru> 135 – 148
УГП, 4Э22

Халина, Анастасия Сергеевна <an.khalina@gmail.com> 7 – 18
Институт проблем управления имени В. А. Трапезникова РАН

Хрусталёв, Михаил Михайлович <mmkhrustalev@mail.ru> 7 – 18
Институт проблем управления имени В. А. Трапезникова РАН

Шайдорова, Ирина Игоревна <Shaidorova.ira@ya.ru> 91 – 104
УГП имени А.К.Айламазяна 3Э33

Шустова, Мария Вениаминовна <m.v.shustova@gmail.com> 29 – 38
ИПС им. А.К. Айламазяна РАН

Contents of the SIT-2016 proceedings

Introduction ..... *3 – 5*

Plenary session on December 21

Khrustalev Mikhail M., Khalina Anastasia S. *Analytical design of controllers for quasi-linear systems on the infinite time interval* *7 – 18*

Plenary session on December 22

Znamenskij Sergej V. *Beyong restrictions of Levenshtein metrics and LCS* ..... *19 – 28*

Section 1. Mathematical and technical base of the systems with inhomogeneous structure

Shustova Maria V. *Bayesian approach to detection of anomalies in data stream* ..... *29 – 38*

Ponyzovkin Denis M. *Quality of recommender systems and transitivity of content's relevance* ..... *39 – 42*

Petrov Alexey A. *The creation of a system of automatic control of a submersible liquid-cooled HPC clusters* ..... *43 – 51*

Pichugin Aleksey M. *Simulation of mobile robot control with trailer* ..... *53 – 60*

Demidov Aleksey A. *Development of immitation of mathematical models heat exchange procces in the immersion liquid cooling system* ..... *61 – 72*

Karpesh Sergey V. *Development of hardware for high performance computing with immersion cooling complex control system* .... *73 – 78*

Dyachenko Vladislav A. *About sensitivity of affinity definition algorithms of lines to casual coincidence* ..... *79 – 89*

Section 2. Economic systems control technologies

Shaydorova Irina I. *Dynamics of poverty of the population of Russia.* ..... *91 – 104*

Lebedeva Yuliya I. *The development of e-filing Book Supply disciplines of university libraries* ..... *105 – 116*

Batalowa Julia V. *Developing environmental unit is the information system analysis of social comfort of the population living in Pereslavl-Zalessky* ..... *117 – 125*

Vinogradova Olga N. *Interface design of the information system of UGP for data entry on the record-book* ..... *127 – 134*

Stepanova Alexandra E. *Information system for the analysis of accessibility of higher education in Russia* ..... *135 – 148*

Karpesh Sergej V. *Creation of the timer for conference* ..... *149 – 155*

Author Index

Batalowa, Julia Vladimirovna <> 117 – 125
Pereslavl University, 4E22

Demidov, Aleksey Alekseevich <> 61 – 72
Private educational institution of higher education Aylamazyan University of Pereslavl, 4M21

Dyachenko, Vladislav Andreevich <> 79 – 89
UGP, 4M21

Karpesh, Sergej Valer'evich <Karpesh.sergey@gmail.com> 149 – 155
Ailamazyan Pereslavl University, 4M21

Karpesh, Sergey Valer'evich <> 73 – 78
Place, group

Khalina, Anastasia S. <an.khalina@gmail.com> 7 – 18
ICS V. A. Trapeznikov of RAS

Khrustalev, Mikhail Mikhailovich <mmkhrustalev@mail.ru> 7 – 18
ICS V. A. Trapeznikov of RAS

Lebedeva, Yuliya Igorevna <> 105 – 116
Private educational institution of higher education Aylamazyan University of Pereslavl, 4E22

Petrov, Alexey Anatolievich <> 43 – 51
Pereslavl University, 4M21

Pichugin, Aleksey Mihajlovich <> 53 – 60
Pereslavl University, 3I32

Ponyzovkin, Denis Mihailovich <denis.ponizovkin@gmail.com> 39 – 42
Ailamazyan Program Systems Institute of RAS

Shaydorova, Irina Igorevna <> 91 – 104
Pereslavl University, 3E33

Shustova, Maria Veniaminovna <> 29 – 38
Program Systems Institute of RAS

Stepanova, Alexandra Evgen'evna <> 135 – 148
Pereslavl University, 4E22

Vinogradova, Olga Nikolaevna <> 127 – 134
Pereslavl University, 2E43

Znamenskij, Sergej Vital'evich <svz@latex.pereslavl.ru> 19 – 28
Ailamazyan Program Systems Institute of RAS