

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ РАВНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Ю.В. Худяков¹, И.В. Резанович², А.В. Келлер³

¹ИП «Худяков», г. Воронеж, Российская Федерация

²Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж, Российская Федерация

³Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация

В статье предлагается описание нового программного продукта «Тайминг», предназначенного обеспечивать процесс принятия решений администрацией и методических объединений общеобразовательных организаций при формировании расписания занятий, графика выполнения трудоемких заданий (творческие работы, учебно-исследовательские проекты и т. д.) и проведения контрольно-проверочных мероприятий. Несмотря на большое количество информационных ресурсов в сфере образования, в настоящее время они не позволяют принимать решения на основе критериев, связанных с равномерностью распределения самостоятельной работы учащихся. Программный продукт реализует детерминированную, нормативную математическую модель принятия решений, информационной базой которой являются нормы и требования к организации образовательного процесса в общеобразовательных организациях. Эта математическая модель может быть использована и в существующих, и в новых информационных ресурсах. Преимуществами программного продукта являются: использование свободного программного обеспечения – платформа LsFusion, удобный и понятный интерфейс программы, техническая доступность по установке и использование компьютерной памяти. В статье обоснована актуальность программного продукта, описана математическая модель принятия решений, схема алгоритма работы программы.

Ключевые слова: программный продукт; самостоятельная работа учащихся; математическая модель принятия решения; критерий равномерности нагрузки.

Введение

Создание комфортной, здоровьесберегающей образовательной среды с повышением качества образовательного процесса является одной из задач «Стратегии инновационного развития РФ на период до 2025 года». Несмотря на большую работу, проводимую в общеобразовательных организациях, есть еще и нерешенные задачи. Так, оценка соблюдения санитарных требований к организации образовательного процесса Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека показала, что в общеобразовательных организациях среди нарушений наибольший удельный вес имеют: составление расписания без учета недельной и дневной вработываемости и утомляемости обучающихся (68,7%), несоблюдение требований по домашним заданиям (41,8%) [1].

Отметим, что актуальность разработки математического и программного обеспечения процесса принятия решений в процессе равномерного (по времени) распределения самостоятельной работы учащихся обусловлена несколькими аспектами. Во-первых, жесткие требования определены только к общему времени самостоятельной работы учащегося в день и неделю в соответствии с годом обучения. Исследования авторов данной статьи показали, что Положение о домашнем задании, в котором

регламентируется объем стандартных домашних заданий по предметам (для различных по году обучения и профилю классов, является рекомендуемым документом в общеобразовательном учреждении), разработано далеко не во всех школах. Это приводит как к субъективному определению учителем объема домашнего задания, так и к невозможности оценки влияния объема отдельного домашнего задания на общую загруженность учащегося самостоятельной работой, в том числе с учетом расписания класса. Во-вторых, имеющиеся и наиболее известные информационные системы, например, «Дневник.ру», «Системный город», реализуют большой спектр задач, но модуль мониторинга равномерности самостоятельной работы учащегося отсутствуют [2]. Безусловно, первые два аспекта тесно связаны между собой. В-третьих, повышает неравномерность самостоятельной работы слабые межпредметные связи при назначении на конкретный день контрольно-проверочных мероприятий и сроков сдачи трудоемких заданий.

Экспертные опросы администраций ряда школ города Воронежа показали востребованность относительно простого программного продукта, позволяющего решить задачу равномерного распределения нагрузки самостоятельной работы учащегося как при проектировании образовательного процесса, так и при контроле за ее реализацией. Экспертами отметили, что такой модуль или отдельный программный продукт является новым по сравнению с ранее предлагаемыми общеобразовательным организациям [3].

В двух основных разделах статьи представлены математическая модель принятия решений, схема алгоритма работы программы.

1. Математическая модель принятия решений

Математическая модель принятия решений о равномерности самостоятельной работы учащихся разработана для принятия решений о соответствии недельного расписания, о количестве и объеме трудоемких заданий, о количестве контрольных мероприятий в день.

Введем параметры для математической модели. Каждому классу школы ставится в соответствие три параметра: k – год обучения, $\ell = \overline{1, \overline{11}}$, ℓ – тип класса с учетом профиля, $\ell = \overline{1, L_k}$, s – порядковый номер класса одного профиля, $s = \overline{1, S_{k\ell}}$. В классе $k\ell$, в соответствии с учебным планом, реализуется $P_{k\ell}$ предметов, каждый из которых обозначим $p_{k\ell}$, или в более компактной записи $[p]$, $[p] = \overline{1, P_{k\ell}}$. Различные нормативные документы, в том числе и Положения общеобразовательной организации, устанавливают значения следующих параметров:

- $a_{[p]}$ – количество минут, отводимого на выполнение одного стандартного домашнего задания по предмету $[p]$ в классе $k\ell$, по этим значениям формируется матрица-строка A , заметим, что абсолютная величина разности значений этого параметра будет увеличиваться с ростом значений k и ℓ ;

- $q_{[p]}$ – количество уроков в неделю по предмету $[p]$ в классе $k\ell$;

- c_k – количество минут в день, отводимого на выполнение учащимися на k -м году обучения самостоятельной работы;

- J_k – количество рабочих дней в неделю на k -м году обучения, j – номер дня рабочей недели;

- T_k – количество недель периода планирования на k -м году обучения, N – номер недели;

- $M_{[p]}$ – количество утвержденных учебным планом трудоемких заданий по предмету $[p]$ в классе $k\ell$ в планируемом периоде, каждое из которых обозначим $m_{p_{k\ell}}$, или в более компактной записи $[m]_p$, $[m]_p = \overline{1, M_{[p]}}$;

- $b_{[m]_p}$ – количество минут, отводимых на выполнение трудоемкого задания $[m]_p$.

Условие баланса по времени выполнения самостоятельной работы имеет вид

$$\tau_k \cdot \sum_{[p]=1}^{P_{k\ell}} a_{[p]} q_{[p]} + \sum_{[p]=1}^{P_{k\ell}} \sum_{[m]=1}^{M_{[p]}} b_{[m]_p} = c_k J_k T_k, \quad (1)$$

причем параметры $a_{[p]}$ выбираются так, чтобы значение первого слагаемого левой части (1) – общее время на выполнение стандартных заданий – составляло не более 80% (доля рекомендована экспертами) значения правой части (1). На основании выполнения или невыполнения условия (1) принимаются следующие решения:

– если (1) выполняется, то баланс по времени выполнения самостоятельной работы на уровне планируемого периода достигнут;

– если (1) не выполняется, то а) изменению подлежат параметры модели $M_{[p]}$ и (или) $b_{[m]_p}$ с изменением содержания трудоемких заданий, и (или) б) баланс достигается за счет изменения содержания ряда стандартных домашних заданий и использования отводимого на них времени на выполнение трудоемкого задания, что будет отражаться в календарном плане.

Пусть $R_{k\ell}^s$ – матрица, отражающая расписание в планируемом периоде класса $k\ell s$, ее элементы $R_{k\ell}^s = (r_{k\ell ij}^s) = ([r^s]_{ij})$, $i = \overline{1, P_{k\ell}}$, $j = \overline{1, J_k}$ – количество уроков по предмету $[p]$ в классе $k\ell s$ в j -й день недели. Будем полагать, что стандартное домашнее задание выполняется учащимся накануне урока. Введем в рассмотрение вспомогательную матрицу-строку $D = A \cdot R_{k\ell}^s$, элементы которой показывают количество времени на подготовку всех стандартных домашних заданий на j -й день недели. Проведя циклический сдвиг элементов влево на один элемент, получим матрицу-строку $G = (g_j)$, $j = \overline{1, J_k}$, а затем на основании сравнений значений элементов G со значением c_k получаем матрицу $F = (f_j)$

$$g_j = \begin{cases} d_{J+1}, & j = \overline{1, J_k - 1}, \\ d_1, & j = k. \end{cases} \quad f_j = \begin{cases} 1, & g_j > c_j, \\ 0, & g_j \leq c_j. \end{cases}$$

На основании значений элементов F принимается решение о соответствии недельного расписания требованиям равномерного распределения стандартных домашних заданий. Если $\sum_{j=1}^{J_k} f_j \leq 1$, то недельное расписание удовлетворяет требованиям, если нет, то расписание нуждается в изменении. Общеобразовательная организация может ослабить данный критерий, например, $\sum_{j=1}^{J_k} f_j \leq 2$, но, если $\sum_{j=1}^{J_k} f_j = 2$, то $\|j_1 - j_2\| > 1$, где j_1, j_2 – номера столбцов ее ненулевых элементов, т.е. эти два дня не могут идти подряд. Очевидно, что при максимально возможных двух днях «перегрузки» по времени выполнения стандартных домашних заданий, другие дни будут менее загруженными.

На основании тематических планов по предметам формируются $P_{k\ell}$ матриц $W_{[p]}$, элементы которых являются значениями номеров уроков, на которые планируется контрольные мероприятия. Затем рассчитываются элементы матриц $V_{[p]}$ по формуле

$$v_{[p]i} = \overline{[v_{[p]i}]} + 1, \quad \overline{[v_{[p]i}]} = \frac{w_{[p]i}^1 - w_{[p]}^1}{\sum_{j=1}^{J_k} [r^s]_{ij}},$$

где $w_{[p]}^1$ – количество уроков по предмету, приходящихся на возможно неполную первую неделю занятий, таким образом, элементы $v_{[p]i}$ будут равны номерам недель,

на которые планируются контрольные мероприятия по предметам. По значениям элементов матриц $v_{[p]i}$ для каждого класса формируется матрица контрольных мероприятий по неделям Z_{kl} , ее элементы $z_{klin} = [z]_{in}$, $i = \overline{1, P_{kl}}$, $n = \overline{1, T_k}$ определяются следующим образом

$$[z]_{in} = \begin{cases} 1, & n = v_{[p]i}, \\ 0, & n \neq v_{[p]i}, \end{cases} \quad i = \overline{1, P_{kl}}.$$

В результате произведения $(R_{kl}^s)^T \cdot Z_{kl}$ получим матрицу $U_{kl}^s = (u_{kljn}^s) = ([u^s]_{jn})$, строки которой соответствуют порядковым номерам дней недели, а столбцы порядковому номеру недели. Если значение элемента $[u^s]_{jn} \leq 1$, то в этот день количество контрольных мероприятий в классе kl не превышает 1, если $[u^s]_{jn} > 1$ необходимо принимать отдельное решение по данному дню.

2. Программное обеспечение принятия решений

Для программного обеспечения принятия решения о равномерности самостоятельной работы продукта «Тайминг» была выбрана платформа LsFusion, которая предоставляет необходимый инструментарий для эффективного и быстрого создания приложений [4]. Представим схему работы алгоритма программы (см. рис.).

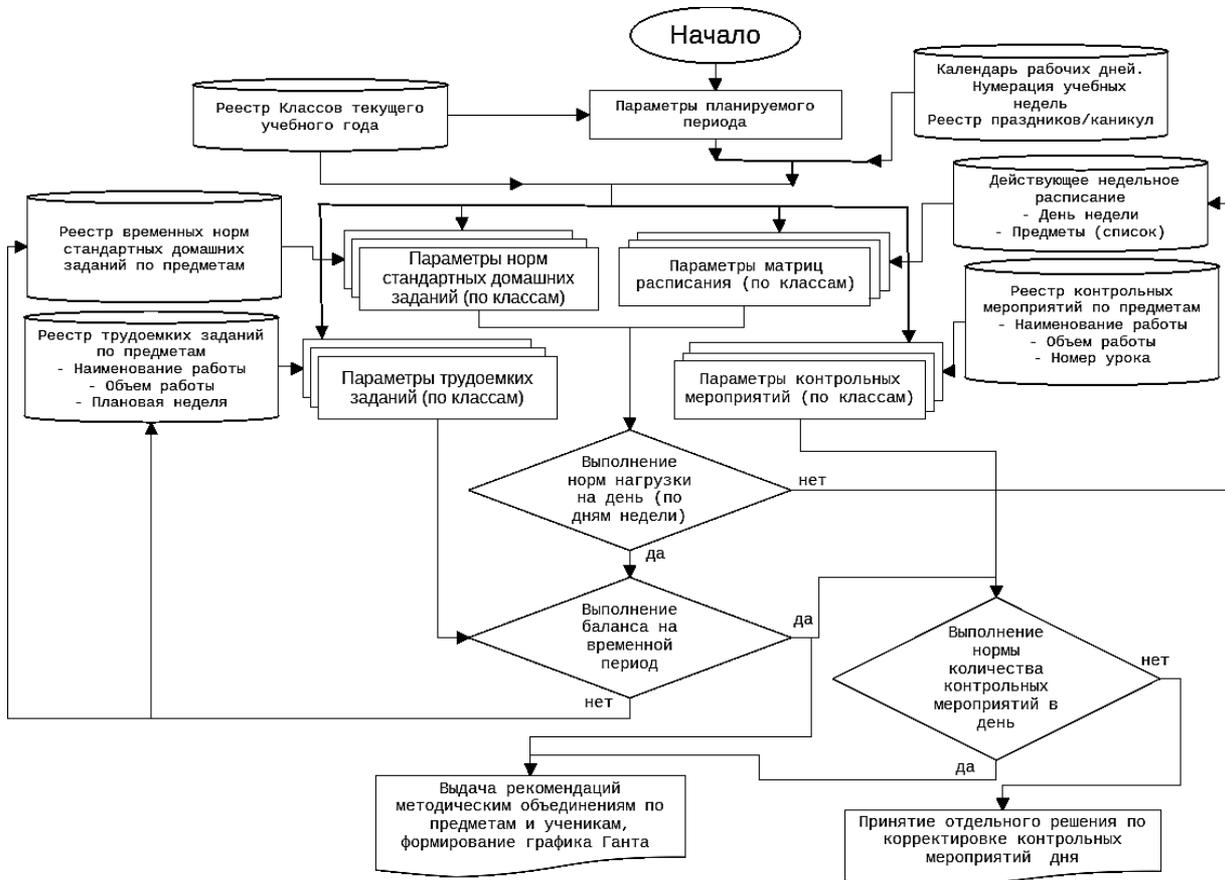


Схема работы алгоритма программы

Платформа LsFusion распространяется под лицензией LGPLv3. Исходный код платформы доступен на Github. Лучше всего LsFusion подходит для создания сложных систем с большим количеством форм, в которых требуется ввод и обработка значительных массивов данных. Платформа может быть использована и для быстрого

создания простых приложений вместо больших Excel-таблиц. Отметим, что преимущества платформы соответствуют задачам программного продукта.

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства просвещения Российской Федерации в рамках выполнения государственного задания в сфере науки, грант ОТГЕ-2024-0003.

Литература

1. Александрова, И.Э. Физиолого-гигиенические аспекты организации домашней учебной работы школьников (научный обзор) / И.Э. Александрова // Здоровье населения и среда обитания. – 2022. – Т. 30, № 8. – С. 17–24.
2. Якушина, Е.В. Электронный журнал и виртуальный дневник: варианты, преимущества и недостатки информационных систем / Е.В. Якушина, С.В. Буланов, И.А. Гаврилин // Народное образование. – 2010. – № 6. – С. 226–234.
3. Сенькин, В.В. Возможности информационных систем в управлении образованием / В.В. Сенькин // Вестник ЮУрГУ. Серия: Образование. Педагогические науки. – 2012. – № 41, вып. 18. – С. 42–45.
4. IsFusion – бесплатная открытая платформа разработки информационных систем на основе одноименного языка пятого поколения. – URL: <https://lsfusion.org/ru/> (дата обращения 20.10.2024).

Юрий Владимирович Худяков, кандидат физико-математических наук, ИП «Худяков» (г. Воронеж, Российская Федерация), hudyakov74@gmail.com.

Ирина Викторовна Резанович, доктор педагогических наук, профессор, кафедра «Социальная педагогика», Воронежский государственный педагогический университет (г. Воронеж, Российская Федерация), rae74@mail.ru.

Алевтина Викторовна Келлер, доктор физико-математических наук, профессор, кафедра «Прикладная математика и механика», Воронежский государственный технический университет (г. Воронеж, Российская Федерация), alevtinak@inbox.ru.

Поступила в редакцию 7 августа 2024 г.

MSC 68U35

DOI: 10.14529/mmp240409

SOFTWARE FOR SUPPORTING DECISION-MAKING IN THE PROCESS OF EQUALLY DISTRIBUTING STUDENTS' INDEPENDENT WORK

Yu. V. Khudyakov¹, I. V. Rezanovich², A. V. Keller³

¹Sole trader Khudyakov, Voronezh, Russian Federation

²Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russian Federation

³Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation

E-mail: hudyakov74@gmail.com, rae74@mail.ru, alevtinak@inbox.ru

The article offers a description of a new software product Timing, designed to support the decision-making process of the administration and methodological associations of general education organizations when forming a class schedule, a schedule for completing labor-intensive tasks (creative work, educational research projects, etc) and conducting

control and verification activities. Despite the large number of information resources in the field of education, at present they do not allow making decisions based on criteria related to the uniform distribution of students' independent work. The software product implements a deterministic, normative mathematical model of decision-making, the information base of which is the norms and requirements for organizing the educational process in general education organizations. This mathematical model can be used in both existing and new information resources. The advantages of the software product are: the use of free software – the LsFusion platform, a convenient and understandable program interface, technical accessibility for installation and use of computer memory. The article substantiates the relevance of the software product, describes a mathematical model of decision-making, a diagram of the algorithm of the program.

Keywords: software product; independent work of students; mathematical model of decision-making; criterion of uniformity of load.

References

1. Alexandrova I.E. Physiological and Hygienic Aspects of Doing Homework: A Review. *Public Health and Life Environment*, 2022, vol. 30, no. 8, pp. 17–24. DOI: 10.35627/2219-5238/2022-30-8-17-24
2. Yakushina E.V. [Electronic Journal and Virtual Diary: Options, Advantages and Disadvantages of Information Systems]. *Public Education*, 2010, no. 6, pp. 226–234.
3. Senkin V.V. [Potential of Information Systems in Education Management Control]. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Education. Educational Sciences*, 2012, no. 41, issue 18, pp. 42–45.
4. *IsFusion – Free Open Information Systems Development Platform Based on the Fifth Generation Language of the Same Name*. Available at: <https://lsfusion.org/ru/> (accessed on 20.10.2024).

Received August 7, 2024