

УДК 004.4:004.6

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.198855

РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НАВЧАЛЬНИМ ПРОЦЕСОМ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВПРОВАДЖЕННЯ

Аль-Хілалі З. С. Х.

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВНЕДРЕНИЯ

Аль-Хилали З. С. Х.

EXPANDING THE FUNCTIONALITY OF LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS AND ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION RESULTS

Al-Hilali Z.

Важливою функцією впровадження електронних систем навчання та управління навчанням є управління часом, або складання розкладу. Ця функція незаслужено оминається увагою більшості систем такого класу (LMS – Learning Management System), попри її затребуваність. Особливо це стосується систем класичного, очного навчання у класах. Отже, об'єктом дослідження є системи управління навчанням, тобто автоматизація функцій керування навчальним процесом. Однією з задач процесу планування навчання є складання розкладів. Саме цій задачі і присвячено дану роботу.

У роботі розглянуто один з варіантів розв'язання цієї задачі – запропоновано застосування адаптованого підходу до складання графіків роботи зі сфери масового обслуговування до проблеми планування роботи навчального закладу та складання розкладу занять для забезпечення потреб навчального процесу. Порівняно з іншими відомими методами, які є переважно «переборного» типу, даний метод є менш затратним і показує гарні результати у практичному застосуванні. Тобто, складені розклади є підходящими та вимагають мало додаткових людських затрат.

Отримано та продемонстровано позитивні результати впровадження розробленого програмного продукту на конкретних прикладах: підвищення якості роботи керівного складу, методистів та викладачів. Отримувані розклади виявляються якісними – такими, що відповідають або перевищують очікування. Це пов'язано зі схожістю підходів до планування, застосованих для розв'язку задач у обох галузях – управління персоналом кол-центру та складання розкладу для школи чи університету. Підвищено ефективність управління графіком навчання – зокрема, показники процесу внесення змін до розкладу занять.

Новизна та основна цінність роботи полягає у перенесенні та адаптації відомих методів до розв'язання нових задач. Таким чином вдалось розв'язати відому задачу новим адаптованим та прилаштованим під нові потреби методом. Більш того, даний метод є достатньо ефективним з точки зору часових витрат.

Ключові слова: складання розкладу, система управління навчальним процесом (*learning management system*), управління змінами, локальна оптимізація, мінімізація максимумів.

Важной функцией внедрения электронных систем обучения и управления обучением является управление временем, или составление расписания. Эта функция незаслуженно обходится вниманием большинства систем такого класса (*LMS – Learning Management System*), несмотря на их востребованность. Особенно это касается систем классического, очного обучения в классах. Итак, объектом исследования являются системы управления обучением, то есть автоматизация функций управления учебным процессом. Одной из задач процесса планирования обучения является составление расписаний. Именно этой задаче и посвящена данная работа.

В работе рассмотрен один из вариантов решения этой задачи – предложено применение адаптированного подхода к составлению графиков работы из сферы массового обслуживания к проблеме планирования работы учебного заведения и составления расписания занятий для обеспечения потребностей учебного процесса. По сравнению с другими известными методами, которые являются преимущественно «переборного» типа, данный метод является менее затратным и показывает хорошие результаты в практическом применении. То есть, составленные расписания являются подходящими и требуют мало дополнительных человеческих затрат.

Получены и продемонстрированы положительные результаты внедрения разработанного программного продукта на конкретных примерах: повышение качества работы руководящего состава, методистов и преподавателей. Получаемые расписания оказываются качественными – соответствующими или превышают ожидания. Это связано со сходством подходов к планированию, применяемых для решения задач в обеих областях – управление персоналом колл-центра и составлением расписания для школы или университета. Повышена эффективность управления графиком обучения – в частности, показатели процесса внесения изменений в расписание занятий.

Новизна и основная ценность работы состоит в переносе и адаптации известных методов к решению новых задач. Таким образом, удалось решить известную задачу новым адаптированным и приспособленным под новые потребности методом. Более того, данный метод является достаточно эффективным с точки зрения временных затрат.

Ключевые слова: составление расписания, система управления учебным процессом (*learning management system*), управление изменениями, локальная оптимізація, мінімізація максимумов.

1. Вступ

На сьогодні маємо постійне зростання попиту та пропозиції на дистанційну та самостійну освіту, які підживлюються всепроникаючою

концепцію Life-Long Learning. Можливості систем віддаленого навчання зросли та надають можливість організувати курси, семінари (вебінари) та інші заходи. Також реальністю стають їх комбінації у вигляді цілих програм навчання або нано-освіт (nano-degrees), які теж останнім часом набули суттєвої популярності. Так, Coursera, EdX, Moodle, Prometheus та багато інших реалізують не тільки можливості для навчання у класичному віддаленому режимі (або переосмисленому, зважаючи на можливості сучасних інформаційних технологій). А також надають платформу для організації власних курсів та програм навчання для різних потреб.

Є широкий спектр систем і засобів для реалізації e-Learning і згаданих вище концепцій [1, 2]. Однією з найбільш популярних була і все ще залишається Moodle [3, 4]. Звісно, такі системи мають широкий ряд проблем – від технічної підтримки до складності використання, адаптації та зручності автоматизації процесу навчання та управління ним [5, 6]. Разом з тим, класичне навчання у класах, оф-лайн, теж має ряд переваг: це і мотивація (фактор «перегонів»), і концентрація уваги, і дискусійний стиль викладання. Тому часто системи електронного навчання намагаються не лише «замінити» класику, а скоріше доповнити та розширити методи донесення інформації [7, 8]. Також важливою рисою новітніх систем є адаптивність, з огляду на нові методи та технології, доступні зараз: відео-зв'язок, відеозаписи лекцій, можливості спільної роботи над одним документом, та багато іншого [9–11].

Тому eLearning варто радше розглядати не як технологію-конкурент, а доповнення (таке собі доповнення реальності через призму новітніх технологічних знахідок та можливостей).

При цьому, ряд функцій представлено у LMS (Learning Management System) доволі слабо. Причини можуть бути різні, але такі базові функції для навчання в класах, як розклад, часто обмежуються лише його представленням (як статична «картинка», тобто «зріз»). Відсутня можливість його складання у межах системи, а також, відповідно, подальшого управління ним – зокрема, внесенням змін – тобто, повноцінного редагування. Так, можливо, це не ключова функція LMS – правда, першочергово такі системи орієнтовані на суть і зміст освіти – наповнення курсів та способи контролю засвоєння матеріалу. Як розвиток цього – на персоналізоване навчання, що важче реалізувати у випадку навчання у класах, одночасно багатьом учням з одним учителем. Проте, цю, доволі важливу, функцію [12, 13] дуже хотіли б бачити представники «класичної» форми навчання. Адже вона могла б суттєво знизити затрати часу на нецільову діяльність, дозволяючи більше зусиль сконцентрувати на «core business», тобто викладанні та підготовці якісного вмісту курсів. Подоланню цієї актуальної проблеми і присвячена дана робота. Представлено розробку, що містить складання розкладу як складову системи управління процесом навчання.

Отже, *об'єктом дослідження* є системи управління навчанням, тобто автоматизація функцій керування навчальним процесом. Однією з задач процесу планування навчання є складання розкладів. Саме цій задачі і присвячено дану роботу.

Мета роботи полягає у імплементації функцій складання розкладу та керування його змінами у подальшому в LMS. Розклад має складатись з

урахуванням ряду параметрів, наведених далі, ефективно з точки зору затрат комп'ютерного та людського часу.

2. Методика проведення дослідження

Щодо шкіл та університетів, то графік занять є одним із важливих документів, який скеровує навчальний процес. На вході маємо:

- вимоги навантаження кожного викладача (або вчителя) – скільки годин, які заняття він/вона буде проводити на тиждень;
- побажання, у які дні та час працівники віддають перевагу для проведення занять (або які дні взагалі неможливі для них через інший вид зайнятості);
- аудиторії різного типу для кожного виду занять;
- інші обмеження: які заняття можуть бути послідовними, які мають іти першими, наступними та останніми, ліміт лекцій на день, тощо.

Також треба врахувати можливість наступного «change management», тобто засоби для внесення змін: замін, перенесень занять – як одноразово, так і на регулярну основу.

Всі ці функції є характерними для системи управління персоналом контактного центру (WFM – WorkForce Management). Отже, візьмемо за основу підхід до складання такого розкладу працівників, та адаптуємо його для потреб школи (або університету). Не очевидно, що ці дві задачі є подібними. Але, насправді, елементи (компоненти) в обох типах систем є досить схожими (табл. 1).

Таблиця 1

Відповідність елементів двох видів систем складання розкладу

WFM розклад	Розклад у навчальному закладі
Навантаження (потреба у людино-годинах у часі)	Навантаження (кількість часу по предметах та розподіл у часі)
Побажання (доступність оператора)	Побажання (робочих днів та годин)
Локації (сайти, віддалені контактні центри)	Аудиторії (з різними специфіками, для різних предметів)
Таск-групи (що вирішують спільні задачі)	Групи вчителів (що читають одні предмети)
Робочий час (ставка, півставки тощо)	Робочий час (ставка, півставки тощо)
Максимальні обмеження (кількість ліній)	Максимальні обмеження (аудиторії)
Зв'язки видів діяльності (шаблони, перерви, послідовність видів діяльності)	Обмеження на послідовність занять та прив'язка до часу (за потреби)
Позмінний розклад (результат)	Розклад занять (результат)

За основу розробленого методу взято роботи [14–16]. Ідея складання розкладу полягає у максимізації імовірності покрити найбільш значущу потребу за кожний крок алгоритму. Алгоритм є ітеративним, на кожному кроці він намагається зменшити рівень потреб шляхом згладжування піків (мінімізувати максимуми). Після складання

опорного розкладу, наступним кроком йде локалізована оптимізація – заміщення, ініційоване збуренням. Тобто алгоритм пробує зробити локальні переміщення (у просторі заняття – час – аудиторії – викладачі), щоб, можливо, оптимізувати загальне покриття потреб. Такі ітерації «покращення» виконуються, поки не буде досягнутий результат, який не покращується кілька наступних ітерацій, тобто який виявиться стаціонарно стабільно оптимальним (хоча, ймовірно, все ж – локально оптимальним) [14–16]. Ефективність методу за різних умов також було згодом верифіковано у [17, 18].

3. Результати дослідження та обговорення

В результаті було розроблено модуль складання розкладу та LMS (функціонально орієнтовану для потреб шкіл-замовників даного продукту). Модуль складання розкладу та подальшого внесення змін є відокремлюваним та універсальним в цьому сенсі, хоч і потребуватиме інтеграційних робіт для імплементації у іншу LMS. Так, на рис. 1 та рис. 2 подано інтерфейси системи, що була розроблена та впроваджена у декількох навчальних закладах.

Admin schedule panel Edit Generate new schedule

Teachers	Monday										Tuesday										Wedne:		
	7:35 8:20	8:30 9:15	9:25 10:10	10:30 11:15	11:25 12:10	12:30 13:15	12:25 14:10	14:20 15:05	15:15 16:00			7:35 8:20	8:30 9:15	9:25 10:10	10:30 11:15	11:25 12:10	12:30 13:15	12:25 14:10	14:20 15:05	15:15 16:00	7:35 8:20	8:30 9:15	
Priscilla Howard			5A	7A																			
Max Pena		5A	7A																				
Mitchell Robertson			6A	6A	8C	7A	9B																
Beth Edwards	7B	6A	8C	7B	9B																		
Calvin Alexander			8A	8B	8C	7B	9A																
Jorge Flores						5A	7A																
Theresa Henry																							
Irma Edwards		5A	7B	8A																			
Gladys Lane																							
Theresa Pena																							
Kathryn Mccoy																							
Arlene Black																							
Juanita Cooper																							

Рис. 1. Приклад складання розкладу у системі

My schedule

My homeworks

Search

Monday	Tuesday	Wednesday
<ol style="list-style-type: none">1 Algebra2 Geometry3 Sport4 English5 Literature6 History	<ol style="list-style-type: none">1 Algebra2 Geometry3 Sport4 English5 Literature6 History	<ol style="list-style-type: none">1 Algebra2 Geometry3 Sport4 English5 Literature6 History
Thursday	Friday	
<ol style="list-style-type: none">1 Algebra2 Geometry3 Sport4 English5 Literature6 History	<ol style="list-style-type: none">1 Algebra2 Geometry3 Sport4 English5 Literature6 History	

Рис. 2. Приклад перегляду розкладу по аудиторії у системі

За результатами впровадження, а також тестової та промислової експлуатації, було проведено опитування серед користувачів підсистеми розкладу (адміністрація навчальних закладів, вчителі та викладачі, методисти – усього 62 представники, методика дивіться у [19–21]), яке показало:

– рівень задоволення складеним розкладом серед викладачів складає 85 % (до впровадження – 72 %);

– зручність системи розкладу позитивно оцінило 95 % (порівняно з Excel/Doc/Web HTML варіантами, які були раніше – 63 %);

– гнучкість розкладу та легкість внесення змін достойно оцінило 80 % (до впровадження 45 % вважали, що це було легко);

– затрати часу було оцінено у 16 годин на рік (для простого випадку) – порівняно з щонайменше 80 годинами (до впровадження), таким чином, економія склала 80 % часу.

Ці результати є більш ніж прийнятними для даної задачі, тому автор у вважає, що початкову задачу виконано, а мету досягнуто. Розроблений програмний продукт – LMS з функціями розкладу – рекомендується для впровадження та використання у навчально-учбову практику для автоматизації ведення та управління навчальним процесом у закладах середньої шкільної та професійної, а також – вищої, університетської, освіти.

4. Висновки

У ході проведеної роботи принципи планування та алгоритми складання розкладу у системах WFM було адаптовано до складання розкладу для навчального процесу та інтегровано у систему LMS. Це дозволило ефективно розв'язати важливу для навчальних закладів проблему складання розкладів на новому ефективному

рівні. Підвищено якість складеного розкладу та його гнучкість, а також – ефективність управління графіком навчання, зокрема, внесенням змін до нього.

Новизна роботи полягає у застосуванні адаптованого методу для складання розкладу до нової, іншої, задачі, що дозволяє досить ефективно вирішувати означену на початку проблему. Результати дослідження та розроблений продукт будуть цікавими для навчальних закладів різного рівня, та рекомендуються до впровадження у робочі процеси планування та управління.

References

1. Davar, P. (2013). Adoption of Innovative Education Strategies to the Needs of the Time: A Case Study of Ritsumeikan Asia Pacific University (APU). *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 5 (1), 1–13. doi: <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2013.01.01>
2. Shariat, Z., Hashemi, S. M., Mohammadi, A. (2014). Research and Compare Standards of E-Learning Management System: A Survey. *International Journal of Information Technology and Computer Science*, 6 (2), 52–57. doi: <http://doi.org/10.5815/ijitcs.2014.02.07>
3. MMT Marikar, F., Jayarathne, N. (2016). Effectiveness of MOODLE in Education System in Sri Lankan University. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 8 (2), 54–58. doi: <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2016.02.07>
4. F. Muhsen, Z., Maaita, A., Odah, A., Nsour, A. (2013). Moodle and e-learning Tools. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 5 (6), 1–8. doi: <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2013.06.01>
5. Nawaz, A., Zubair Khan, M. (2012). Issues of Technical Support for e-Learning Systems in Higher Education Institutions. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 4 (2), 38–44. doi: <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2012.02.06>
6. Hedayati, M., Kamali, S. H., Shakerian, R. (2012). Comparison and Evaluation of Intelligence Methods for Distance Education Platform. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 4 (4), 21–27. doi: <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2012.04.03>
7. Dominic, M., FrancisFrancis, S., Pilomenraj, A. (2014). E-Learning in Web 3.0. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 6(2), 8–14. doi: <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2014.02.02>
8. Liu, G., Gao, B., Lou, J. (2011). A Design of Learning Management System for Electronic Secretary Based on Ubiquitous Learning. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 3 (1), 9–15. doi: <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2011.01.02>
9. Inayat, I., ul Amin, R., Inayat, Z., Badshah, K. (2013). A Collaborative Framework for Web based Vocational Education and Training (VET); Findings from a Case Study. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 5 (12), 54–60. doi: <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2013.12.08>

10. Dominic, M., Xavier, B. A., Francis, S. (2015). A Framework to Formulate Adaptivity for Adaptive e-Learning System Using User Response Theory. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 7 (1), 23–30.
11. Dominic, M., Francis, S. (2015). An Adaptable E-Learning Architecture Based on Learners' Profiling. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 73, 26–31. doi: <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2015.03.04>
12. Al-Hilali, Z. S. H. (2015). Programmed, distant, mobile learning... what's next? *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series Physics & Mathematics*, 4, 75–81.
13. Al-Hilali, Z. S. H., Shevchenko, V. P. (2016). The structure of e-Learning system for the discrete mathematics. *Theoretical and Applied Aspects in Program System Development (TAAPSD'2016)*. Kyiv, 252–256.
14. Panchenko, I. (2003). An Alternative to the Erlang C Formula. *Corporate Systems*, 2, 57–59.
15. Panchenko, I. (2003). Computer Modelling of the Mass Service Task. *Informational research, applications and the study*. Varna: FOI-COMERC, 55–61.
16. Panchenko, I., Panchenko, T. (2004). Call-Center Operation Optimization using Scheduling ISS Vol. 1. Computer System. *Theoretical and Applied Aspects in Program System Development (TAAPSD'2004)*, 272–274.
17. Chernichenko, K., Kapkanets, A., Panchenko, T. (2016). Contact center load forecasting and operator schedule planning. *Problems of Programming*, 2-3, 227–236.
18. Lytvynenko, T. I., Panchenko, T. V., Redko, V. D. (2015). Sales Forecasting using Data Mining Methods. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series Physics & Mathematics*, 4, 148–155.
19. Kocaleva, M., Stojanovic, I., Zdravev, Z. (2015). Model of e-Learning Acceptance and Use for Teaching Staff in Higher Education Institutions. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 7 (4), 23–31. doi: <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2015.04.03>
20. Vidanagama, D. U. (2016). Acceptance of E-Learning among Undergraduates of Computing Degrees in Sri Lanka. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 8 (4), 25–32. doi: <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2016.04.04>
21. M Lashayo, D., Md Johar, M. G. (2018). Preliminary Study on Multi-Factors Affecting Adoption of E-Learning Systems in Universities: A Case of Open University of Tanzania (OUT). *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 10 (3), 29–37. doi: <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2018.03.04>

An important function of the introduction of electronic learning systems and learning management is time management, or schedule. This function is undeservedly ignored by most systems of this class (LMS – Learning Management System), despite their relevance. This is especially true of systems of classical, full-time education in classes. So, the object of research is the learning

management system, that is, the automation of the educational process management functions. One of the objectives of the learning planning process is scheduling. This work is dedicated to this very task.

One of the options for solving this problem is considered in the work – the use of an adapted approach to scheduling work from the mass service sector to the problem of planning the work of an educational institution and scheduling classes to meet the needs of the educational process is proposed. Compared with other known methods, which are predominantly of «exhaustive» type, this method is less costly and shows good results in practical applications. That is, compiled schedules are suitable and require little additional human costs.

The positive results of the implementation of the developed software product are obtained and demonstrated using specific examples: improving the quality of work of the management team, methodologists and teachers. The resulting schedules turn out to be qualitative – appropriate or exceed expectations. This is due to the similarity of planning approaches used to solve problems in both areas – managing call center personnel and scheduling for a school or university. Improved management of the training schedule – in particular, indicators of the process of making changes to the lesson schedule.

The novelty and main value of the work lies in the transfer and adaptation of known methods to solve new problems. Thus, it is possible to solve the well-known problem with a new method adapted and adapted to new needs. Moreover, this method is quite effective in terms of time costs.

Keywords: scheduling, learning management system, change management, local optimization, minimization of maxima.