

OPTIMIZATION OF INFORMATION SUPPORT OF EDUCATIONAL PROCESS

L. N. Tyndykar, D. S. Vasilchenko

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

The modern world is characterized by high rates of development and introduction of information technologies, which affect various spheres of both scientific and practical activities. Particularly, they become an integral part of the educational process of a higher educational institution, giving qualitatively new opportunities for its improvement and maintenance. Actual is a problem of development of the new methods of organization of information support. Article is devoted to a research of organization and optimization methods in information support of educational process at marine educational institution. Questions of the organization of expeditious information exchange between divisions to graduates data and documents printing division are considered. Research objective is search of the most optimum technique of the organization of information support. The information streams method of organization between automated information system «BRS», including in the structure means for automation of intermediate and final assessment, and the automated information system «Diploma», including means for automation of the press process and the accounting of forms at the state sample, but have no data transmission mechanism among themselves. The key task is the information flows organization for support of operation at department, support department of educational process and bureau of certification. As a method of the information support organization drawing up the optimum schedule for data exchange is considered. The developed algorithm based on Jackson and Smith's theorems.

Keywords: educational process, information, information support, automated information system, print queue creation, scheduling theory, Jackson's theorem, Smith's theorem, information flow, certification.

For citation:

Tyndykar, Ljubov N., and Dmitrii S. Vasilchenko. "Optimization of information support of educational process." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 9.4 (2017): 874–883. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-4-874-883.

УДК 65.012.45:004.02 (378.1)

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Л. Н. Тындыкар, Д. С. Васильченко

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Статья посвящена исследованию методов организации и оптимизации информационного обеспечения образовательного процесса морского учебного заведения. Рассматриваются вопросы организации оперативного информационного обмена между подразделениями, в которых вносятся данные об успеваемости выпускников, и подразделением, в котором осуществляется печать документов об образовании. Целью исследования является поиск наиболее оптимальной методики организации информационного обеспечения. Предлагается рассмотреть организацию информационных потоков между автоматизированной информационной системой, включающей в свой состав средства для автоматизации промежуточной и итоговой аттестации, и автоматизированной информационной системой «Диплом», включающей средства для автоматизации процесса печати и учета бланков государственного образца, предназначенных для выпуска документов об образовании, но не имеющих механизма передачи данных между собой. Представлены и описаны схемы взаимодействия информационных потоков. Описан и предложен к использованию механизм, способствующий исключению ошибок, причиной которых

является человеческий фактор; приведены результаты тестирования этого механизма. Ключевой решаемой задачей является организация информационных потоков для обеспечения работы таких подразделений, как кафедра, отдел обеспечения учебного процесса и бюро дипломирования. В качестве метода организации информационного обеспечения между указанными подразделениями рассматриваются составление расписания для обмена данными, а также ряд методов решения задачи построения расписания, приводится их краткое описание и формулируются выводы о целесообразности их использования для организации информационного обеспечения образовательного процесса. В качестве теоретической базы для представленного исследования выбрана задача одного станка. Приводится подробное описание разработанного алгоритма составления расписания обработки информационных потоков, который реализован на основе теорем Джексона и Смита. Приводятся рекомендации по применению критериев оптимальности и эффективности предлагаемого решения, а также оцениваются результаты его внедрения и функционирования.

Ключевые слова: образовательный процесс, информация, информационное обеспечение, автоматизированная информационная система, построение очереди печати, теория расписаний, теорема Джексона, теорема Смита, информационный поток, дипломирование.

Для цитирования:

Тындыкарь Л. Н. Оптимизация информационного обеспечения образовательного процесса / Л. Н. Тындыкарь, Д. С. Васильченко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 4. — С. 874–883. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-4-874-883.

Введение

Современный мир характеризуется высокими темпами развития и внедрения информационных технологий, которые затрагивают различные сферы как научной, так и практической деятельности. В частности, они становятся неотъемлемой частью образовательного процесса высшего учебного заведения, предоставляя качественно новые возможности его совершенствования и сопровождения.

Широкое применение современных средств вычислительной техники и всеобщее внедрение методов оптимизации значительно изменили требования к информационному обеспечению в образовательной деятельности морского учебного заведения. Исследование существующих работ [1] – [3], посвященных применению информационных технологий в образовательном процессе, показало, что вопрос организации движения информационных потоков в них не изучен. Кроме того, отсутствуют работы, посвященные алгоритмам формирования информационного обеспечения, которые крайне важны и необходимы в процессе организации образовательного процесса согласно требованиям Конвенции ПДМНВ-78. Задача развития новых методов организации потоков информации является актуальной [4] – [7], о чем отмечается в работе [8], в которой рассмотрены функциональные схемы организации образовательного процесса и алгоритм передачи данных на основе *метода анализа иерархий*.

Автоматизация промежуточной и итоговой аттестации, а также средства сопровождения процесса печати и учета бланков государственного образца обеспечиваются подсистемами «БРС» [9] и «Диплом» [10]. Движение информационных потоков производится на основе модели, построенной с учетом показателей, позволяющих определить те направления, которым учебное заведение должно уделить особое внимание [11], а также на основе метода организации информационного обеспечения, рассмотренного в работе [12]. Настоящая работа является продолжением исследования, целью которого служит поиск и разработка оптимальной методики организации информационного обеспечения, и в качестве теоретической базы здесь выступают *методы теории расписаний*. Ключевой решаемой задачей является организация информационных потоков (рис. 1) для обеспечения работы таких подразделений, как кафедра, отдел обеспечения учебного процесса и бюро дипломирования.

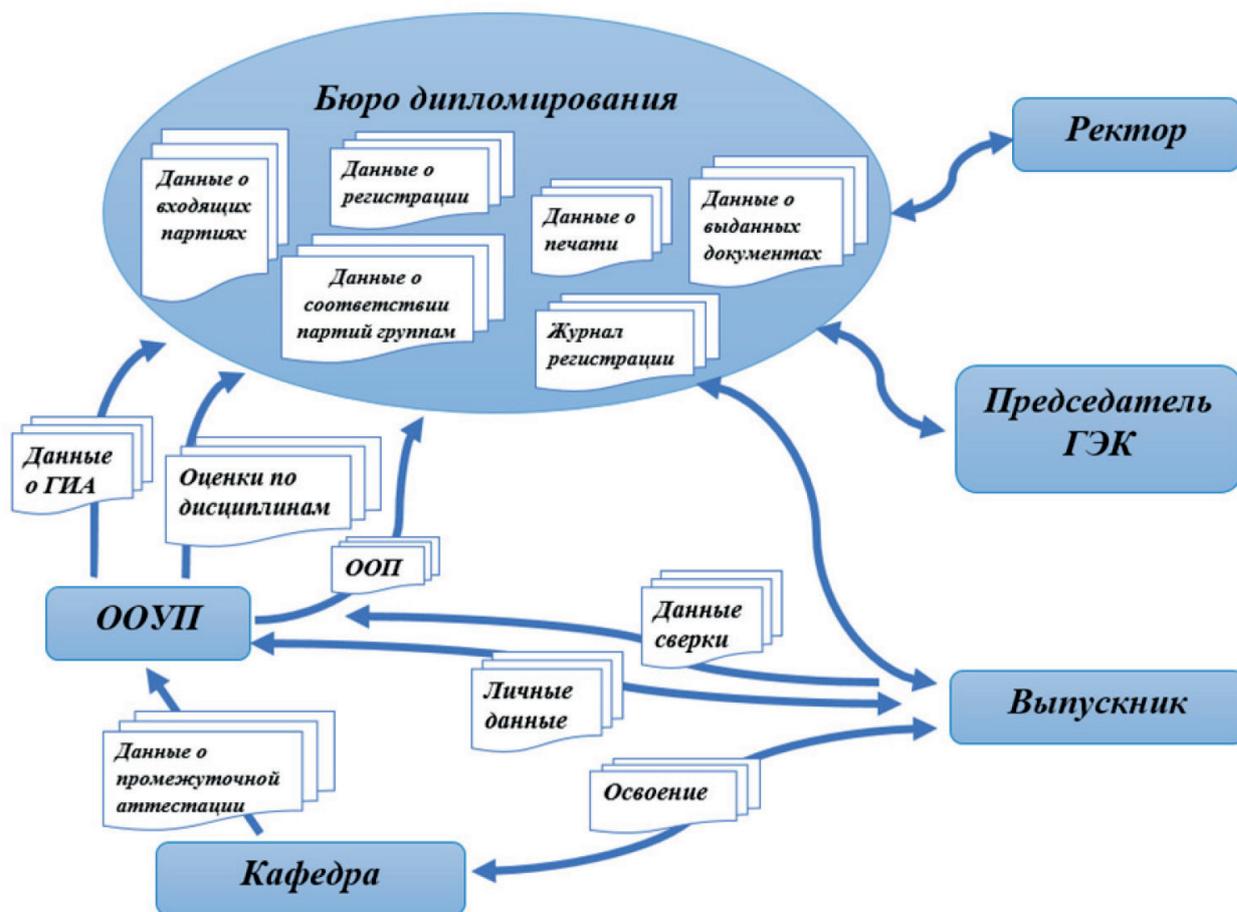


Рис. 1. Схема информационных потоков

Методы и материалы

Для построения очереди в теории расписаний используется *метод ветвей и границ* (branch and bound) [13] – [15] — общий алгоритмический метод для нахождения оптимальных решений различных задач оптимизации, особенно дискретной и комбинаторной оптимизации. По существу, метод является вариацией полного перебора с отсевом подмножеств допустимых решений, заведомо не содержащих оптимальных решений. Допустимым расписанием будет то, при котором соблюдены временные рамки. Оптимальным расписанием станет то, при котором работа будет выполнена в минимальные сроки.

В настоящее время для решения задачи построения расписания применяются нейронные сети. Важнейшим недостатком применения этого подхода является сложность выбора начального состояния нейронной сети. В последние годы особое распространение получили исследования *методов эволюционного поиска*, применение которых приводит к получению хороших результатов. Так, для решения задач оптимизации, в том числе многокритериальной оптимизации [16], основанной на поиске решения, одновременно оптимизирующего более чем одну функцию, находится некоторый компромисс, в роли которого выступает решение, оптимальное в смысле Парето. Для задач моделирования может быть использован генетический алгоритм, действующий путем случайного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию. Он является разновидностью эволюционных вычислений, основанных на аналогии с такими методами естественной эволюции, как наследование, мутации, отбор и скрещивание.

В работах [17] – [18] описан параллельный генетический алгоритм составления плана-графика и произведена верификация предложенного алгоритма. Однако при использовании подобных

методов имеют место высокая вычислительная трудоемкость и относительная неэффективность на заключительных этапах эволюции [19]. В *теории расписаний* существует ряд задач, которые, имея большое практическое значение, в то же время относительно просто решаются. К ним относятся *задачи одного станка*.

Постановка задачи. Конечный поток заданий печати, поступающих на обслуживание в определенные моменты времени, обслуживается одним прибором, в качестве которого выступает принтер формата А3. В каждый момент времени прибор может осуществить печать только одного приложения. Известно время, необходимое для печати одного приложения. Порядок выполнения печати может быть произвольным, однако должны быть соблюдены установленные требования и достигнута цель, состоящая в выполнении директивных сроков.

Алгоритм составления расписания обработки информационных потоков. Итак, пусть необходимо обслужить множество $N = \{1, 2, \dots, n\}$ заданий печати. Задание k ($k = \overline{1, n}$) поступает на обслуживание в момент времени $d_k \geq 0$, требуя для обслуживания $t_k > 0$ единиц времени. В качестве критерия эффективности будет выступать минимизация суммарного взвешенного запаздывания (1), минимизация продолжительности выполнения комплекса работ (2) и минимизация максимального запаздывания работ относительно директивных сроков.

Суммарное взвешенное запаздывание выражает суммарные потери, связанные с запаздыванием окончания отдельных работ по отношению к указанным директивным срокам. При этом учитывается, что потери зависят от величины запаздывания, и при одинаковом запаздывании могут быть различны для разного рода работ:

$$F = \sum_{i=1}^n b_i z_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $z_i = \max\{0, t_i^{\text{ок}} - D_i\}$ — запаздывание окончания работы по отношению к директивному сроку; $t_i^{\text{ок}}$ — момент окончания i -й работы; D_i — указанный срок; b_i — весовой коэффициент, присвоенный работе; n — число работ.

Минимизация продолжительности выполнения комплекса работ выполняется по следующей формуле:

$$F = t_k \rightarrow \min, \quad (2)$$

где t_k — продолжительность выполнения комплекса работ.

Необходимо отметить, что минимизация суммарного времени запаздывания будет являться критерием, непосредственно направленным на достижение указанной цели (выполнения директивных сроков), а минимизация продолжительности выполнения комплекса работ способствует достижению указанной цели косвенно.

Минимизацию максимального запаздывания работ относительно директивных сроков предлагается проводить, опираясь на теорему Джексона [20].

Теорема 1. Минимизация максимального запаздывания в задаче одного станка достигается при упорядочивании этих работ по неубыванию директивных сроков окончания.

Необходимо отметить, что утверждение теоремы 1 существует исключительно в качестве критерия выполнимости любых заданных директивных сроков.

Минимизация суммарного времени прохождения работ при условии выполнения директивных сроков производится в соответствии со следующей целевой функцией:

$$F = \sum_{i=1}^n t_i^{\text{ок}} \rightarrow \min, \quad (3)$$

где $t_i^{\text{ок}} \leq D_i$ ($i = \overline{1, n}$).

Алгоритм решения базируется на теореме Смита [21] — рис. 2.

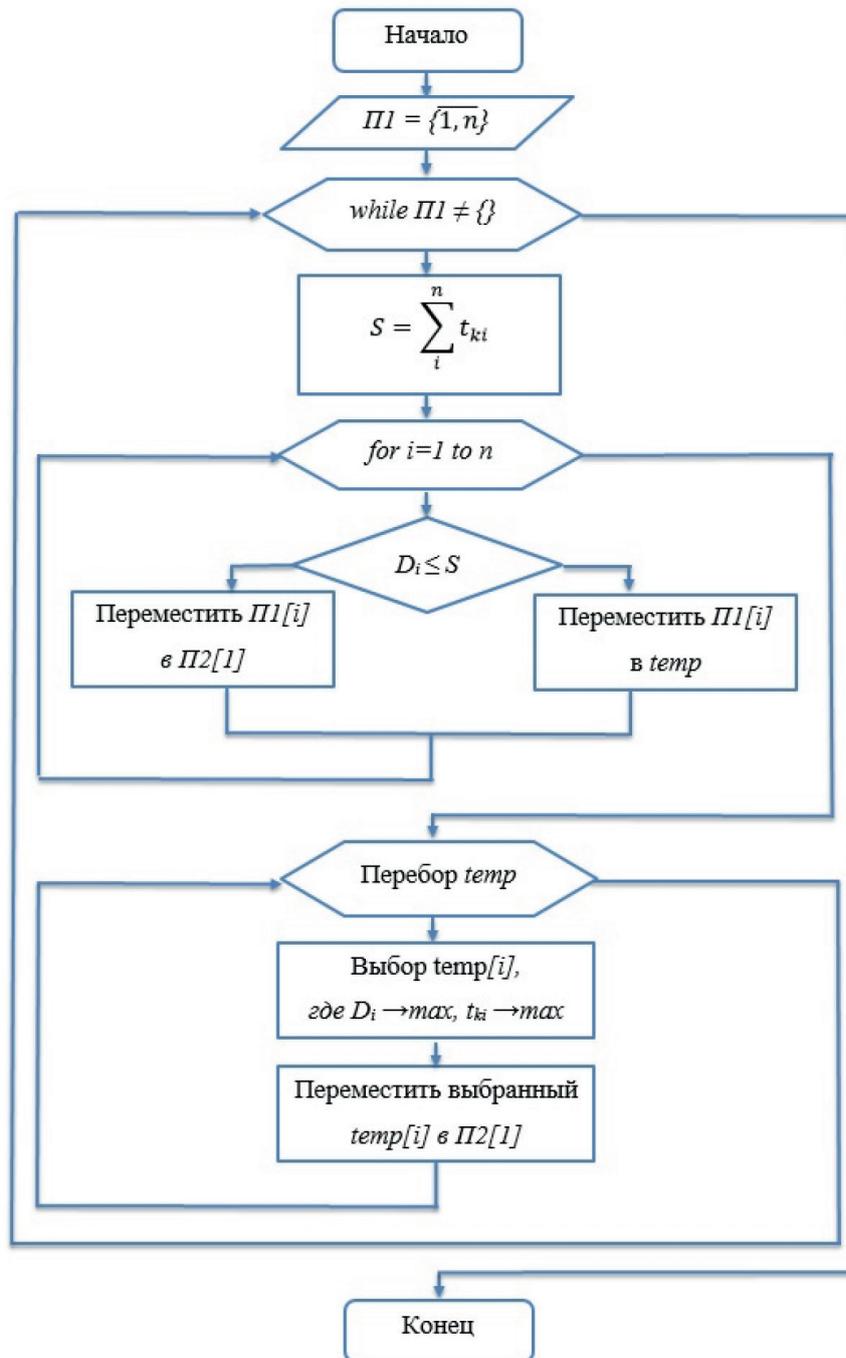


Рис. 2. Алгоритм построения очереди, базирующийся на теореме Смита

Теорема 2. Работа должна быть выполнена последней, если это не приводит к ее запаздыванию, и ее длительность максимальна среди работ, выполнение которых в последнюю очередь не приводит к их запаздыванию.

Пусть П1 — список работ, еще не включенных в расписание; П2 — последовательность работ, включенных в расписание, формируемое в процессе выполнения алгоритма.

1. Если список работ П1 включает больше одной работы, то необходимо выделить работы, для которых директивный срок меньше или равен сумме продолжительности работ этого списка, в противном случае необходимо перейти к пп. 3.

2. Среди выделенных в пп. 1 работ следует выбрать работу с максимальной длительностью, исключить ее из П1 и поместив на первое место в П2, перейти к пп. 1.

3. Поместить единственную работу П1 на первое место в П2. Принять П2 в качестве искомого расписания.

Используя в качестве примера данные табл. 1, необходимо проследить последовательность преобразований списков работ П1 и П2 (табл. 2).

Таблица 1

Исходные данные

Исходные данные	Номер задания					
	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$	$i = 5$	$i = 6$
t_k	4	7	3	1	2	5
D_i	22	21	8	12	10	22

Таблица 2

Преобразование списков П1 и П2

Алгоритм выполнения	Списки работ	
	П1	П2
Шаг 1	{3, 5, 4, 1}	{2, 6}
Шаг 2	{3, 5, 4}	{1, 2, 6}
Шаг 3	{5, 4}	{3, 1, 2, 6}
Шаг 4	{4}	{5, 3, 1, 2, 6}
Шаг 5	{}	{4, 5, 3, 1, 2, 6}

В результате применения теоремы Смита получим оптимальный порядок выполнения поступивших заданий: 4 – 5 – 3 – 1 – 2 – 6 (табл. 3).

Таблица 3

Результат работы алгоритма

Исходные данные	Номер задания					
	$i = 4$	$i = 5$	$i = 3$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 6$
t_k	1	2	3	4	7	5
$t_k^{ок}$	1	3	6	10	17	22
D_i	12	10	8	22	21	22

В качестве критерия оптимальности расписания для данной задачи подойдет минимизация продолжительности выполнения комплекса работ, реализуемая по формуле (2).

Результаты

В результате внедрения описанного алгоритма построения очереди задач печати в работу автоматизированной системы «Диплом» и ее эксплуатации было показано, что реализованный алгоритм может быть успешно применен с целью обеспечения оперативной печати, повышения оперативности и улучшения показателей информационного взаимодействия между подразделениями. Кроме того, в течение периода эксплуатации был отмечен значительный эффект, заключающийся в снижении числа списываемых бланков государственных бумаг (рис. 3). Так, до внедрения число списанных бланков приложений к диплому насчитывало до 500 экз. в год, а списанных бланков дипломов — до 200 экз. в год. На данный момент число брака в среднем снизилось на 84,3 % для бланков приложений к диплому и 63,8 % для бланков дипломов.

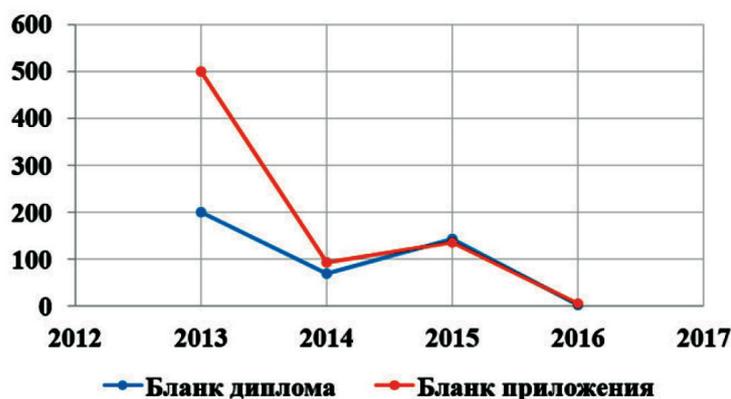


Рис. 3. График изменения числа списанных бланков

Следует отметить, что при проектировании подобных информационных систем необходимо учитывать человеческий фактор: при длительном монотонном вводе данных в процессе утомления человек начинает делать ошибки и пропускать данные. Чтобы обеспечить достоверность вводимой информации, в разработанном прикладном решении предусмотрен механизм сверки введенных данных, который предполагает распечатку «черновики» подготовленных документов, проверку которых осуществляют выпускники, после чего методист устанавливает флажок «Сверено» в соответствующей графе документа «Сверка данных» для каждого конкретного студента. Тестирование показало, что данный механизм позволяет снизить число списываемых по причине ошибки ввода данных бланков государственного образца и повысить достоверность информации.

Обсуждение

Теоретической базой для представленного исследования является задача *одного станка*. При решении подобных задач схема последовательного анализа вариантов полностью совпадает со схемой динамического программирования, однако в терминах последовательного анализа схема вычислений выглядит проще, содержательнее и доступнее для понимания.

В работе [4] в качестве критерия эффективности составленного расписания была установлена минимизация времени задержки печати, в настоящей работе — минимизация суммарного времени запаздывания, что, как показал анализ тестирования, позволило достичь лучших результатов. Оценка оптимальности способа организации информационных потоков предлагаемого решения в целом, которая была проведена по критерию, учитывающему отношение завершённых операций к их общему количеству на соответствующий момент времени и при равных условиях, показала, что алгоритм, построенный на базе теоремы Смита, является более оптимальным, чем алгоритм, основанный на методе анализа иерархий.

Для улучшения схемы последовательного анализа вариантов к решению задач *одного станка* можно применить *метод ветвей и границ*. Комбинация последовательного анализа вариантов и метода ветвей и границ приводит к значительному сокращению числа перебираемых вершин дерева.

Заключение

В статье приведены результаты исследования методов организации и оптимизации информационного обеспечения образовательного процесса на примере морского учебного заведения. Рассмотрено применение теоремы Джексона и теоремы Смита для организации оперативного информационного обмена между подразделениями, где вносятся данные об успеваемости выпускников, и подразделением, в котором осуществляется печать. В частности, рассмотрено построение очереди заданий печати, поступающих на обслуживание в заданные моменты времени и обслуживаемые одним прибором, в качестве которого выступает принтер формата А3. Построение очереди

печати базируется на теории расписаний. Выполнен анализ оптимальности применения данного решения и алгоритма, построенного на основе метода анализа иерархий. Внедрение описанного в исследовании алгоритма показало, что он позволяет наиболее оптимально выполнить работу в директивные сроки с соблюдением всех установленных требований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильев В. Н.* Модели управления вузом на основе информационных технологий / В. Н. Васильев. — Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2000. — 164 с.
2. *Hubalovsky S.* System approach, modeling, simulation as educational technologies in algo-rithm development and programming / S. Hubalovsky // *Procedia-Social and behavioral sciences*. — 2015. — Vol. 191. — Pp. 2226–2230. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.04.267.
3. *Surej P. J.* The integration of information technology in higher education: A study of faculty's attitude towards IT adoption in the teaching process / P. J. Surej // *Contaduría y Administración*. — 2015. — № 60. — Pp.230–252. DOI: 10.1016/j.cya.2015.08.004.
4. *Dastan D.* The effects of information technology supported education on strategic decision making: an empirical study / D. Dastan, M. Çiçek, A. Naralan // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. — 2011. — Vol. 24. — Pp. 1134–1142. DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.09.108.
5. *Hamidi F.* Information technology in education / F. Hamidi, M. Meshkat, M. Rezaee, M. Jafari // *Procedia Computer Science*. — 2011. — Vol. 3. — Pp. 369–373. DOI: 10.1016/j.procs.2010.12.062.
6. *Boell S. K.* Information: Fundamental positions and their implications for information systems research, education and practice / S. K. Boell // *Information and Organization* — 2017. — Vol. 27. — Is. 1. — Pp. 1–16. DOI: 10.1016/j.infoandorg.2016.11.002.
7. *Gissi E.* Exploring marine spatial planning education: challenges in structuring transdisciplinarity / E. Gissi, J. L. S. de Vivero // *Marine Policy*. — 2016. — Vol. 74. — Pp. 43–57. DOI: 10.1016/j.marpol.2016.09.016.
8. *Тындыкарь Л. Н.* Разработка метода организации движения информационных потоков образовательного процесса / Л. Н. Тындыкарь // *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова*. — 2016. — № 1 (35). — С. 197–206. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-1-197-206.
9. *Егоров А. Н.* Автоматизация учета успеваемости студентов в условиях БРС при наличии различных шкал оценки их знаний / А. Н. Егоров, Н. В. Крупенина, Л. Н. Тындыкарь // *Информационные технологии в образовании XXI века: сб. науч. тр. II Всероссийской науч.-практ. конф.* — Т. 2. — М.: НИЯУ МИФИ, 2012. — С. 231–235.
10. *Барышникова Н. Ю.* Организация распределенной АИС для печати дипломов о высшем профессиональном образовании / Н. Ю. Барышникова, А. Н. Егоров, Н. В. Крупенина, Л. Н. Тындыкарь // *Новые информационные технологии в образовании: сб. науч. тр. XV междунар. науч.-практ. конф. «Новые информационные технологии в образовании» (Применение технологий «IC» для формирования инновационной среды образования и бизнеса)*, 3 – 4 февраля 2015 г. — М.: ООО «IC-Пабблишинг», 2015. — Ч. 1. — С. 547–549.
11. *Тындыкарь Л. Н.* Разработка системы показателей для модели образовательного процесса морского учебного заведения / Л. Н. Тындыкарь // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: управление, вычислительная техника и информатика*. — 2016. — № 1. — С. 105–115.
12. *Тындыкарь Л. Н.* К вопросу применения метода анализа иерархий для формирования информационного обеспечения образовательного процесса / Л. Н. Тындыкарь // *IT: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА: материалы науч. исслед. конф. 11 декабря 2015 г.* — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2016. — С. 274–278.
13. *Прилуцкий М. Х.* Метод ветвей и границ с эвристическими оценками для конвейерной задачи теории расписаний / М. Х. Прилуцкий, В. С. Власов // *Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского*. — 2008. — № 3. — С. 147–153.
14. *Гуляев А. В.* Об одном подходе к реализации метода ветвей и границ на распределенной системе / А. В. Гуляев, В. С. Махнычев // *Вестник Московского университета. Серия 15: Вычислительная математика и кибернетика*. — 2008. — № 3. — С. 60–63.

15. Kurihara K. Flow shop scheduling for separation model of set-up and net process based on branch-and-bound method / K. Kurihara, Y.-L. Li, N. Nishiuchi, K. Masuda // *Computers & Industrial Engineering*. — 2009. — Vol. 57. — Is. 2. — Pp. 550–562. DOI:10.1016/j.cie.2008.08.004.
16. Тенев В. А. Решение задачи многокритериальной оптимизации генетическими алгоритмами / В. А. Тенев // *Интеллектуальные системы в производстве*. — 2006. — № 2. — С. 103–109.
17. Стальмаков В. А. Применение параллельных генетических алгоритмов для составления расписания прохождения судов через шлюзованные системы / В. А. Стальмаков // *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова*. — 2013. — № 1 (20). — С. 16–25.
18. Стальмаков В. А. Параллельный генетический алгоритм для решения задачи составления расписания прохождения судов через шлюзованные системы и его верификация / В. А. Стальмаков // *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова*. — 2014. — № 1(23). — С. 93–102.
19. Астахова И. Ф. Составление расписания учебных занятий на основе генетического алгоритма / И. Ф. Астахова, А. М. Фирас // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии*. — 2013. — № 2. — С. 93–99.
20. Jackson J. R. Scheduling a production line to minimize maximum tardiness / J. R. Jackson // *Management Science Research*. — 1955. — Vol. 43.
21. Smith W. E. Various optimizers for single stage production / W. E. Smith // *Naval Research Logistics (NRL)*. — 1956. — Vol. 3. — Is. 1-2. — Pp. 59–66. DOI: 10.1002/nav.3800030106.

REFERENCES

1. Vasilev, V. N. *Modeli upravljenja VUZom na osnove informacionnyh tehnologij*. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2000.
2. Hubalovsky, Stepan. “System approach, modeling, simulation as educational technologies in algorithm development and programming.” *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 191 (2015): 2226–2230. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.04.267.
3. Surej, P. John. “The integration of information technology in higher education: A study of faculty’s attitude towards IT adoption in the teaching process.” *Contaduría y Administración* 60 (2015): 230–252. DOI: 10.1016/j.cya.2015.08.004.
4. Dastan, Đkram, Mesut Çiçek, and Abdullah Naralan. “The Effects Of Information Technology Supported Education On Strategic Decision Making: An Empirical Study.” *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 24 (2011): 1134–1142. DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.09.108.
5. Hamidi F., M. Meshkat, M. Rezaee, and M. Jafari. “Information technology in education.” *Procedia Computer Science* 3 (2011): 369–373. DOI: 10.1016/j.procs.2010.12.062.
6. Boell, Sebastian K. “Information: Fundamental positions and their implications for information systems research, education and practice.” *Information and Organization* 27.1 (2017): 1–16. DOI: 10.1016/j.infoandorg.2016.11.002.
7. Gissi, Elena, and Juan Luis Suarez de Vivero. “Exploring marine spatial planning education: Challenges in structuring transdisciplinarity.” *Marine Policy* 74 (2016): 43–57. DOI: 10.1016/j.marpol.2016.09.016
8. Tyndykar, Lyubov Nikolaevna. “Development of method for organization information support to educational process.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S.O. Makarova* 1(35) (2016): 197–206. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-1-197-206.
9. Egorov, A. N., N. V. Krupenina, and L. N. Tyndykar. “Avtomatizaciya ucheta uspevaemosti studentov v usloviyah BRS pri nalichii razlichnyh shkal ocenki ih.” *Informacionnyye tehnologii v obrazovanii XXI veka: sbornik nauchnuh trudov II Vserossiiskoy nauchno-practicheskoy konferencii*. Vol. 2. M.: NIYU MIFI, 2012: 231–235.
10. Baryshnikova, N. Ju., A. N. Egorov, N. V. Krupenina, and L. N. Tyndykar. “Organizaciya raspredelennoj AIS dlja pečati diplomov o vysshem professional’nom obrazovanii.” *Novye informacionnyye tehnologii v obrazovanii: sb. nauch. tr. XV mezhdunarodnoj nauchno-practicheskoy konferencii «Novye informacionnyye tehnologii v obrazovanii» (Primenenie tehnologij «IS» dlja formirovaniya innovacionnoj sredy obrazovanija i biznesa)*, 3–4 fevralja 2015 g. Vol. 1. M.: OOO «IS-Publishing», 2015: 547–549.
11. Tyndykar, Lyubov Nikolaevna. “Development of the system of the parameters for a model of educational process at marine educational institution.” *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics* 1 (2016): 105–115.

12. Tyndykar, L. N. “K voprosy primeneniya metoda analiza iererhiy dlya formirovaniya informacionnogo obespecheniya obrazovatel’nogo processa.” *IT: VChERA, SEGODNJa, ZAVTRA: materialy III nauch.— issled. konferencii studentov i aspirantov fakul’teta informacionnyh tehnologij, 11 december 2015.* SPb.: Izd-vo GUMRF im. adm. S. O. Makarova, 2016: 274–278.

13. Prilutsky, M. Kh., and V. S. Vlasov. “The method of paths and boundaries with heuristic evaluation for a conveyor problem of scheduling theory.” *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod* 3 (2008): 147–153.

14. Gulyaev, A. V., and V. S. Makhnychev. “On one approach to realization of the branch-and-bound method on a distributed system.” *Moscow University Computational Mathematics and Cybernetics* 32.3 (2008): 182–185. DOI: 10.3103/S0278641908030102.

15. Kurihara, Kenzo, Yann-Liang Li, Nobuyuki Nishiuchi, and Kazuaki Masuda. “Flow shop scheduling for separation model of set-up and net process based on Branch-and-Bound method.” *Computers & Industrial Engineering* 57.2 (2009): 550–562. DOI: 10.1016/j.cie.2008.08.004.

16. Teneev, V.A. “Reshenie zadachi mnogokriterialnoy optimizacii geneticheskimi algoritmami.” *Intellectual’nye sistemy v proizvodstve* 2 (2006): 103–109.

17. Stalmakov, V. A. “Use of parallel genetic algorithms for scheduling of ships passing through the gateways systems.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S.O. Makarova* 1(20) (2013): 16–25.

18. Stalmakov, V.A. “Parallel genetic algorithm for solving scheduling passing through the gateways system and its verification.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S.O. Makarova* 1(23) (2014): 93–102.

19. Astachova, I. F., and A. M. Firas. “Drawing up the schedule of studies on the basis of genetic algorithm.” *Proceedings of Voronezh State University. Series: Systems analysis and information technologies* 2 (2013): 93–99.

20. Jackson, J. R. “Scheduling a production line to minimize maximum tardiness.” *Management Science Research* 43 (1955).

21. Smith, Wayne E. “Various optimizers for single-stage production.” *Naval Research Logistics (NRL)* 3.1-2 (1956): 59–66. DOI: 10.1002/nav.3800030106.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Тындыкар Любовь Николаевна — аспирант
Научный руководитель:
 Крупенина Наталия Викторовна —
 кандидат технических наук, профессор
 ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
 адмирала С. О. Макарова»
 198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
 ул. Двинская, 5/7
 e-mail: tyndykar@bk.ru
Васильченко Дмитрий Сергеевич —
 кандидат технических наук
 ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
 С. О. Макарова»
 198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
 ул. Двинская, 5/7
 e-mail: vasilchenkods@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tyndykar, Ljubov N. — Postgraduate
Supervisor:
 Krupenina Natalija Viktorovna —
 PhD, professor
 Admiral Makarov State University of Maritime
 and Inland Shipping
 5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
 Russian Federation
 e-mail: tyndykar@bk.ru
Vasilchenko, Dmitrii S. —
 PhD
 Admiral Makarov State University
 of Maritime and Inland Shipping
 5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
 Russian Federation
 e-mail: vasilchenkods@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 13 июля 2017 г.
 Received: July 13, 2017.