

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАНЯТИЙ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

А. П. Луконина, М. И. Шиккульский, Л. А. Плешакова, Л. Б. Аминул

Луконина Анна Петровна, магистрант, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: +7 (917) 096-43-60; e-mail: lukoninaanna@mail.ru;

Шиккульский Михаил Игорьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная информатика», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: +7 (917) 171-31-09; e-mail: shikul_m@mail.ru;

Плешакова Людмила Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная информатика», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: +7 (937) 121-48-34; e-mail: lpleshakova@rambler.ru;

Аминул Любовь Борисовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Прикладная информатика», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: +7 (927) 660-59-29; e-mail: aminul.25@mail.ru

Одной из наиболее важных задач учебного заведения является планирование учебного процесса. В статье рассматривается реализация этой задачи для автоматизированного составления расписания центра дополнительного профессионального образования. Для решения задачи были описаны типовые бизнес-процессы центров дополнительного образования в виде диаграммы IDEF0. Обоснована необходимость автоматизированного составления расписания. Отмечено, что существующие методы и программные системы для составления расписания не учитывают специфику центров дополнительного образования и имеют высокую стоимость. Определены ограничения на составление расписания, а также предложен алгоритм его автоматического формирования на основе анализа загруженности ресурсов и многовекторного ранжирования. Реализация описанного алгоритма повысит качество расписания, сократит время его составления, обеспечит более эффективное использование ресурсов учебного заведения.

Ключевые слова: *составление расписания, планирование занятий, распределение ресурсов, многовекторное ранжирование, алгоритм, бизнес-процессы, IDEF0, SADT.*

INFORMATION SYSTEM FOR LESSON PLANNING SUPPORT OF AN EDUCATIONAL INSTITUTION

A. P. Lukonina, M. I. Shikulskiy, L. A. Pleshakova, L. B. Aminul

Lukonina Anna Petrovna, graduate student, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, phone: +7 (917) 096-43-60; e-mail: lukoninaanna@mail.ru;

Shikulskiy Mikhail Igoryevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor the Department of Applied Informatics, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation, phone: +7 (917) 171-31-09; e-mail: shikul_m@mail.ru;

Pleshakova Lyudmila Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Informatics, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation, phone: +7 (937) 121-48-34; e-mail: lpleshakova@rambler.ru;

Aminul Lyubov Borisovna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Informatics, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation, phone: +7 (927) 660-59-29; e-mail: aminul.25@mail.ru

One of the most important tasks of an educational institution is the planning of the educational process. The article discusses the implementation of this task for automated scheduling of the center of additional professional education. To solve the problem, typical business processes of additional education centers were described in the form of an IDEF0 diagram. The necessity of automated scheduling is substantiated. It is noted that the existing methods and software systems for scheduling do not take into account the specifics of additional education centers and have a high cost. Restrictions on scheduling are determined, and an algorithm for its automatic generation based on the analysis of resource load and multivector ranking is proposed. The implementation of the described algorithm will improve the quality of the schedule, reduce the time of its preparation, and ensure more efficient use of the resources of the educational institution.

Keywords: *scheduling, lesson planning, resource allocation, multivector ranking, algorithm, business processes, IDEF0, SADT.*

Для того, чтобы достигнуть целей, обеспечить разносторонние запросы потребителей, получить преимущество среди других конкурирующих учебных заведений центры образования должны

гибко и оперативно адаптироваться под существующие реалии, выстраивать образовательный процесс таким образом, чтобы он максимально соответствовал запросам потребителей, как в

отношении качества и состава учебных занятий, так и в отношении графика проведения занятий.

Наибольшие сложности в центрах дополнительного профессионального образования вызывает составление расписания.

Возникающие сложности, прежде всего, связаны со следующими причинами:

- в течение одного календарного года необходимо многократно составлять расписание для разных потоков слушателей;
- время проведения занятий может изменяться в процессе обучения в зависимости от возможности обучающихся, как правило приходится предусматривать несколько смен обучения;
- в основном учебные центры обладают небольшим аудиторным фондом, что повышает сложность составления расписания;
- при составлении расписания необходимо учитывать логические связи между различными модулями учебной программы;
- в период обучения слушатели могут переходить из одного потока в другой в зависимости от их индивидуальных потребностей.

Большой объем работы при составлении расписания учебных занятий приводит к существенной загруженности методистов центров дополнительного профессионального образования, накладкам в расписании, появлению окон и неравномерной загруженности занятий. Этим обусловлена актуальность разработки методов, алгоритмов и программного обеспечения для автоматического формирования расписания занятий в центрах дополнительного профессионального образования.

Целью исследования является повышение эффективности планирования образовательного процесса на основе современных подходов к автоматизации составления расписания занятий.

Научная новизна исследования заключается в разработке алгоритма и математической модели формирования расписания обучающегося.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- исследовать рынок дополнительного профессионального образования и особенности бизнес-процессов в части составления расписания занятий;
- изучить существующие подходы для составления расписания и примеры программных решений;
- разработать алгоритм для автоматического формирования расписания занятий;
- спроектировать и разработать программный продукт, реализующий предложенный алгоритм.

В дополнительное программное образование входят самые различные категории специального образования:

- профессиональная переподготовка – наивысший уровень дополнительного профессионального образования, который может приравниваться к высшему образованию, может требовать 500 академических часов и более на обучение;

- курсы повышения квалификации – рассчитана на конкретную тематику и требует от 72 до 100 академических часов могут быть трех видов: краткосрочные курсы (не больше 72 академических часов); семинары по направлениям теоретических знаний и советующей отрасли профессиональной деятельности (около 100 академических часов); длительное обучение, связанное с самыми важными направлениями профессии (более 100 академических часов);

- стажировка – обычно проходит в виде тренингов и семинаров, позволяющих не столько улучшить уровень знаний, сколько приобрести практические навыки.

Учебные заведения, включенные в систему дополнительного профессионального образования, могут самостоятельно формировать средства, методы и программу обучения.

В настоящее время рынок дополнительного профессионального образования имеет высокую конкуренцию. Среди поставщиков дополнительного образования на первом месте находятся вузы (38,3%), но их постепенно догоняют коммерческие учебные заведения, на долю которых пока приходится 28,9% рынка.

При этом по данным Центра социального прогнозирования и мониторинга среди учреждений, предоставляющих услуги дополнительного профессионального образования, планирует работу на год вперед только пятая часть (19,9 %) [1]. Из-за такой ситуации страдают как слушатели, не имея возможности получить необходимый уровень знаний, так и учебные заведения из-за высокой конкуренции и сложного прогнозирования их дальнейшего развития.

Всю основную деятельность центров дополнительного образования можно описать четырьмя этапами:

- прием абитуриентов;
- формирование групп и расписания;
- обучение студентов;
- выпуск студентов.

Для наглядного отображения связи бизнес-процессов была разработана диаграмма в нотации IDEF0 (рис. 1).

Одним из наиболее важных этапов, влияющих на весь процесс дальнейшего обучения, является составление расписания. Составление расписания без программной поддержки неизбежно приводит к коллизиям, снижению качества расписания и значительным затратам времени на его составление и внесение изменений в расписание.

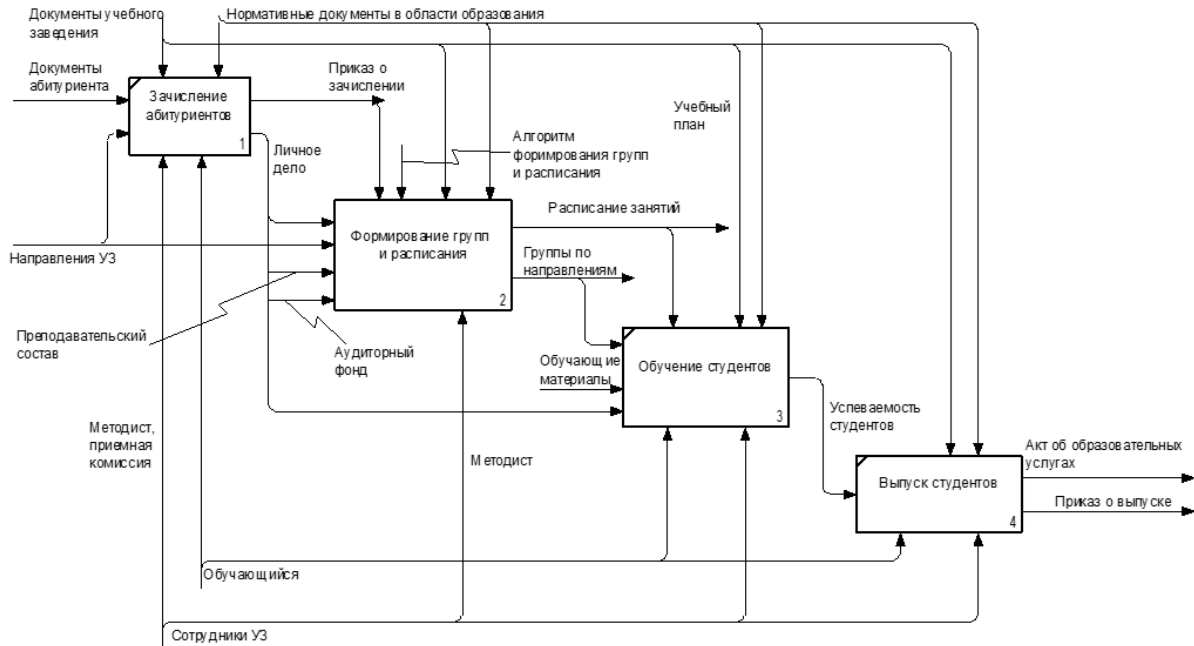


Рис. 1. Этапы бизнес-процессов центра дополнительного профессионального образования

Для решения указанных проблем на текущий момент существует немало алгоритмов и методов по формированию расписаний в учебных заведениях с использованием программных средств. К таким методам относятся: эвристический метод, раскраска графов, метод замещения, генетический метод и т. д. [2–5].

В тоже время большинство известных программных решений (1С Автоматизированное составление расписания. Университет, НИКА, ФЕТ, АВТОРасписание и т. д. [6–9]) имеют высокую стоимость для небольших коммерческих заведений с ограниченным бюджетом и не учитывают специфику формирования расписания в

центрах дополнительного профессионального образования (проведение занятий в несколько смен, возможность разной последовательности изучения модулей, частое изменение численности групп и расписания, различная продолжительность обучения на направлениях).

В связи с этим во многих центрах дополнительного образования имеется потребность в разработке новой информационной системы для поддержки планирования занятий.

Диаграмма вариантов использования информационной системы для составления расписания показана на рисунке 2.

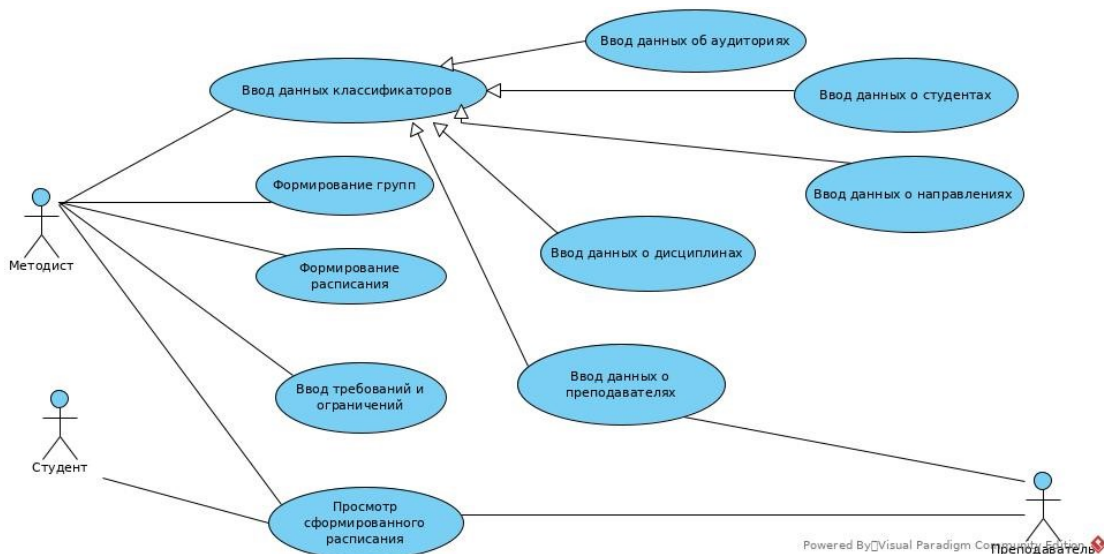


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования подсистемы составления расписания

На диаграмме показаны прецеденты, которые соответствуют основным функциям, поддерживаемым информационной системой:

- заполнение данных об аудиториях, преподавателей, студентах, направлениях и дисциплинах;

- настройка ограничений и критериев для формирования расписания;
- формирование учебных групп;
- формирование расписания занятий.

Система реализована на платформе 1С: Предприятие 8.3. Основные этапы работы с программой можно представить следующим образом. Данные по группам, аудиториям, студентам и преподавателям вводятся методистом в информационную систему. Далее пользователь вводит критерии и ограничения, относящиеся к формированию расписания. Основным ограничением является время, когда преподаватель может проводить занятие, а студент может присутствовать на занятии. Далее пользователь запускает в системе обработку для автоматического формирования групп. После вышеописанных действий методист может приступить к формированию расписания. Для этого в системе необходимо открыть обработку и установить для нее ограничения. В результате автоматически формируется расписание, которое можно изменить.

Основной задачей информационной системы является автоматическое формирование расписания. Процесс составления расписания учебного заведения можно описать в виде множества входных и выходных параметров: $FR = \{G, T, A, P, D\}$, где G – множество учебных групп, T – множество преподавателей, A – множество доступных аудиторий, P – множество проводимых пар, D – множество ограничений.

Перед составлением расписания необходимо определить ограничения, которые можно представить в виде двух групп:

- первичные требования;
- вторичные требования.

Первичные требования расписания – это требования, которые должны выполняться безусловно.

К первичным требованиям можно отнести следующие:

- студент на любом занятии изучает только одну дисциплину;
- любой преподаватель на любом занятии читает только одну дисциплину;
- на каждом занятии количество занятых аудиторий не должно превышать количество доступных аудиторий;
- количество проводимых занятий каждого типа не должно превышать количество существующих аудиторий определенного типа;
- вместимость аудитории должна быть не менее количества студентов в группе;
- количество проводимых занятий группы должно соответствовать норме количества учебных часов в неделю;
- в расписании занятий для каждой группы не должно быть больше 2 пар без «окон».

Вторичные требования по возможности выполняются и могут быть почти безболезненно «смягчены».

К вторичным требованиям можно отнести:

- загрузка групп студентов должна быть равномерно распределена по количеству занятий в разные недели;
- занятия должны быть компактно размещены;
- загрузка аудиторий центра должна быть равномерно распределена по парам занятий.

С учетом установленных ограничений авторами был разработан алгоритм процесса автоматизированного формирования расписания на основе анализа загруженности ресурсов и многовекторного ранжирования.

В качестве ресурсов для системы составления расписания рассматриваются группы, аудиторный фонд, преподаватели, дисциплины и пары.

Загруженность ресурсов j рассчитывается по формуле $Z_{ij} = (p_j - pu_j) / (p_i - pu_j)$, где p_j – количество учебных поручений, содержащих данный элемент, pu_j – количество занятий, содержащих данный элемент, p_i – количество незанятых пар. Чем выше значение показателя Z_{ij} , тем более загружен ресурс. Таким образом, варианты сочетаний ресурсов представляют собой многовекторные компоненты скалярных значений загруженности ресурсов. Выбор элементов для добавления в расписание осуществляется путем упорядочивания векторов с помощью метода многовекторного ранжирования, описанного в работе [10].

Составлять расписание предлагается в два этапа:

- на первом этапе формируется начальное расписание с учетом установленных в системе ограничений;
- на втором этапе происходит оптимизация расписания с целью обеспечения равномерности распределения занятий.

Данный алгоритм включает следующие шаги.

Шаг 1. Предварительное планирование учебного процесса.

Шаг 1.1. Составление структуры учебных курсов. Структуру учебного курса можно представить в виде ориентированного графа, в котором каждый узел – модуль, а направление ребра указывает на то, что изучение первого модуля должно предшествовать изучению второй. В свою очередь каждый модуль можно представить в виде ориентированного графа, где каждый узел – дисциплина, а направление ребра указывает на то, что изучение первого модуля должно предшествовать изучению второго. Для каждой дисциплины указывается количество часов на ее изучение.

Шаг 1.2. Определение дисциплин (модулей), включаемых в расписание. В расписание включаются дисциплины, которые может изучать наибольшее количество студентов. Для этого по каждой дисциплине формируется список

студентов, которые изучили (или получили перезачет в связи с наличием необходимых знаний) все необходимые предшествующие дисциплины для учебных курсов, включающих рассматриваемую дисциплину, и студенты, которые специально записались на данную дисциплину. Количество дисциплин, включаемых в расписание, определяется настройками системы.

Шаг 1.3. Формирование групп для дисциплин, включенных в расписание. Группы формируются для каждой дисциплины, с учетом предпочтений студентов о времени обучения, таким образом, чтобы было минимальное количество групп, но в каждой группе обучалось не больше 20 человек.

Шаг 1.4. Распределение дисциплин и групп между преподавателями.

Шаг 1.5. Настройка ограничений для формирования расписания.

Шаг 2. Формирование расписания.

Шаг 2.1. Формирование начального расписания.

Шаг 2.1.1. Оценка загруженности ресурсов.

Шаг 2.1.2. Многовекторное ранжирование занятий по убыванию загруженности ресурсов.

Шаг 2.1.3. Выбор занятия, расположенного в начале ранжированного списка.

Шаг 2.1.4. Подбор учебной пары для размещения выбранного занятия.

Шаг 2.1.4.1. Определение списка учебных пар, в которые можно поместить выбранное занятие.

Шаг 2.1.4.2. Оценка критериев равномерности распределения занятий для всех учебных пар из списка, сформированного в п. 2.1.4.1.

Шаг 2.1.4.3. Многовекторное ранжирование учебных пар по возрастанию значений критерия равномерности.

Шаг 2.1.4.4. Выбор учебной пары, расположенной в начале ранжированного списка.

Шаг 2.1.5. Включение выбранного занятия в расписание занятий.

Шаг 2.1.5.1. Закрепление выбранного занятия за выбранной учебной парой.

Шаг 2.1.5.2. Увеличение счетчика количества включенных в расписание занятий для выбранного занятия.

Шаг 2.1.5.3. Если значение счетчика равно количеству занятий для дисциплины по составленному

плану, выбранное учебное поручение исключается из списка занятий для включения в расписание.

Шаг 2.1.5.4. Если рассмотрены не все занятия, возвращаемся к п. 2.1.1, иначе переходим к следующему шагу.

Шаг 2.2. Оптимизация начального расписания.

Шаг 2.2.1. Определение равномерности занятий для каждой учебной пары, включенной в расписание.

Шаг 2.2.2. Выбор пары с максимальным значением неравномерности занятий.

Шаг 2.2.3. Выбор всех учебных пар для потенциального переноса пары из п. 2.2.2.

Шаг 2.2.4. Расчет для каждой пары из п. 2.2.3 равномерности занятий для переносимой группы.

Шаг 2.2.5. Выбор пары с минимальным значением неравномерности.

Шаг 2.2.6. Перенос учебной пары из п. 2.2.2 на место пары, выбранной в п. 2.2.5.

Шаг 2.2.7. Если рассмотрены не все пары расписания, возвращаемся к п. 2.2.1, иначе переходим к следующему шагу.

Шаг 3. Анализ сформированного расписания.

Шаг 3.1. Проверка методистом составленного расписания на соответствие ожиданиям.

Шаг 3.2. Если расписание методиста устраивает, завершаем процесс работы над расписанием, если не устраивает, то диспетчер редактирует расписание вручную.

Составленный алгоритм позволил разработать информационную систему. Система была разработана для центра дополнительного образования «Зорго», который работает на рынке образовательных услуг с 2004 года и предлагает более 60 направлений повышения квалификации и переподготовки специалистов в областях управления персоналом, финансово-экономического консалтинга, информационных технологий, менеджмента, педагогики, юриспруденции, строительства и пр.

Расписание, сформированное информационной системой, призвано систематизировать и оптимизировать учебную деятельность в центре. Использование описанной информационной системы позволит сэкономить время на формирование расписания, а также повысить его качество.

Список литературы

1. Вишнеков А. В. Многоцелевые задачи принятия проектных решений: Учебное пособие / А. В. Вишнеков, Н. С. Курилова, И. Е. Сафонова, В. И. Штейнберг. – Москва : МГИЭМ, 2012. – 101 с.
2. Жариков О. Н. Системный подход к управлению: учеб. пособие для вузов / О. Н. Жариков, В. И. Королевская, С. Н. Хохлов; под. ред. В. А. Персианова. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 62 с.
3. Астахова И. Ф. Составление расписаний учебных занятий на основе генетического алгоритма / И. Ф. Астахова, А. М. Фирас. – Режим доступа: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/analiz/2013/02/2013-02-17.pdf>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
4. Сиркин Т. В. Разработка автоматизированной системы составления и оптимизации расписания занятий / Т. В. Сиркин, А. П. Чернышова, П. А. Мартынов, А. Д. Морозов // Молодой ученый. – 2020. – № 27 (317). – С. 65–71. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/317/72336/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
5. Бабкина Т. С. Задача составления расписания: решение на основе многоагентного подхода / Т. С. Бабкина // CyberLeninka. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/zadacha-sostavleniya-raspisaniy-reshenie-na-osnove-mnogoagentnogo-podhoda/viewer>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.



6. 1С: автоматизированное составление расписания. Университет // Отраслевые и специализированные решения фирмы «1С». – Режим доступа: https://solutions.1c.ru/catalog/asp_univer/features, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
7. Free Timetabling Software // FET. – Режим доступа: <https://larescu.ro/liviu/fet/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
8. НИКА-Люкс // НИКА-Софт. – Режим доступа: <https://nikasoft.ru/nika-lux/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
9. Автоматизация управления учебным процессом // Лаборатория ММИС. – Режим доступа: <https://mmis.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
10. Сафронов В. В. Основы системного анализа: методы многовекторной оптимизации и многовекторного ранжирования : монография / В. В. Сафронов. – Саратов : Научная книга, 2009. – 329 с.
11. Шиккульский М. И. Математическая модель и алгоритм распределения и контроля учебной нагрузки между профессорско-преподавательским составом / М. И. Шиккульский, Е. М. Евсина, Е. П. Кравченкова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 1 (39). – С. 151–157. – DOI 10.52684/2312-3702-2022-39-1-151-157.
12. Скульский Д. В. Автоматизация процессов программно-целевого планирования / Д. В. Скульский, В. Ф. Шуршев, М. И. Шиккульский // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2022. – № 2 (58). – С. 52–60. – DOI 10.54398/20741707_2022_2_52.
13. Кравченкова Е. П. Система поддержки планирования учебной нагрузки преподавателей / Е. П. Кравченкова, М. И. Шиккульский // Перспективы развития строительного комплекса : материалы XV Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов, Астрахань, 19–20 октября 2021 года. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. – С. 584–589.
14. Соболева В. В. Методика автоматизированного подбора образовательных технологий для оптимизации учебного процесса в вузе / В. В. Соболева, М. И. Шиккульский // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 1 (35). – С. 81–85.
15. Ухабина Т. Е. Качество образования в вузе: практика управления и моделирования : монография / Т. Е. Ухабина, Е. В. Черемисина. – Тюмень : Тюменский гос. нефтегазовый ун-т, 2011. – С. 30–31.
16. Клеванский Н. Формирование расписания занятий высших учебных заведений / Н. Клеванский // CyberLeninka. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-raspisaniya-zanyatij-vysshih-uchebnyh-zavedenij>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
17. Бурнас П. Математическая постановка задачи составления расписания занятий / П. Бурнас // CyberLeninka. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematiceskaya-postanovka-zadachi-sostavleniya-raspisaniya-zanyatij>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
18. Хасухаджиев А. С.-А. Обобщенный алгоритм составления расписания в вузе с учетом новых требований федеральных государственных образовательных стандартов / А. С.-А. Хасухаджиев, И. В. Сибикина // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2016. – № 3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obobschennyj-algoritm-sostavleniya-raspisaniya-v-vuze-s-uchetom-novyh-trebovaniy-federalnyh-gosudarstvennyh-obrazovatelnyh-standartov>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

© А. П. Луконина, М. И. Шиккульский, Л. А. Плешакова, Л. Б. Аминул

Ссылка для цитирования:

Луконина А. П., Шиккульский М. И., Плешакова Л. А., Аминул Л. Б. Информационная система поддержки планирования занятий учебного заведения // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАOU АО ВО «АГАСУ», 2023. № 2 (44). С. 103–108.

УДК 338.1:639.2/.3(470)
DOI 10.52684/2312-3702-2023-44-2-108-115

БИЗНЕС-АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СТРУКТУР РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Н. А. Дубинина, О. Ю. Мичурина, О. В. Кудрявцева, А. А. Кушнер, А. А. Кушнер

Дубинина Наталья Александровна, кандидат экономических наук, профессор кафедры «Производственный менеджмент», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация;

Мичурина Ольга Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Производственный менеджмент», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: michurins@list.ru;

Кудрявцева Ольга Витальевна, старший преподаватель кафедры экономики строительства, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация; аспирант, Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: kudryavtzevaov@mail.ru;