

МРНТИ 82.05.09
УДК 20.15.05

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

М. Arici¹, Ж. Такенова²

¹Коджаэли Университет, Турция

²Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

¹muslumarici@gmail.com, ²takenova@mail.ru

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3397-2215>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8925-5808>

Аннотация: С появлением новых требований времени к качеству образовательных услуг, на которое влияет управление в функционирующих бизнес-процессах – изучались имеющиеся исследования в области распределения ресурсов при управлении сложными процессами. Сделан обзор основных понятий, приведена классификация задач распределения ресурсов и методов их решения. По публикациям можно сказать, что на протяжении большого времени актуальными остаются вопросы управления в организациях на основе эффективного распределения ресурсов. Применялись много подходов и методов для решения задач в этой области. В данной статье проведен анализ опубликованных статей по проблемным вопросам распределения ресурсов в организациях. Определена формулировка задачи управления распределением ресурсов при организации учебного процесса, требующая разработки новых подходов и методов – планирование оптимальной учебной нагрузки преподавателя при заданных ограничениях.

Ключевые слова: распределение ресурсов, сложные процессы, методы оптимизации, управление, планирование, принятие решений.

Введение

В любой организации одной из актуальных и сложных проблем является распределение ресурсов. Несмотря на качественный скачок в информатизации вузов и перехода на новые методы управления, для менеджмента эта проблема остается актуальной, так как касается принятия решения, планирования и учета ресурсов в различных бизнес-процессах, функционирующих в организации.

Под словом «ресурс» принято понимать продолжительность использования какого-то объекта или объём работы, выполненной объектом до момента достижения им некоего предельного состояния, при котором дальнейшее использование объекта нежелательно или невозможно [1]. Существуют принятые положения по разделению ресурсов по свойствам и классификациям: по реальности существования; по возможности расширения свойств (построения некоего виртуального ресурса); по степени активности; по времени существования (относительно процессов, их использующих); по степени важности; по функциональной избыточности (при распределении ресурсов); по структуре; по восстанавливаемости; по характеру использования; по форме реализации.

Распределение ресурсов при управлении организацией – это определенный метод планирования бизнес-процессов, подразумевающий эффективное использование материальных ценностей, кадров и финансовых средств. Основная задача заключается в максимально равномерном распределении ресурсов на протяжении каждого бизнес-процесса, чтобы использование ресурсов было максимальным без больших перепадов в интенсивности их использования.

Распределение ресурсов считается одной из самых сложных и повседневных проблем при управлении организацией и в большинстве случаев представляет собой сочетание проблем планирования и принятия решений. Особенность представляет достаточно сложная и динамичная среда принятия решений, а также наличие различных ограничительных параметров (по сфере деятельности организации, временные периоды

деятельности, материальных, социальных и финансовых), возникающих при функционировании бизнес-процессов. Необходимо подчеркнуть, что это относится ко всем организациям независимо от их мощности и уровня развития. Сфера деятельности, статус, мощность и политика организации будут влиять на методы распределения ресурсов.

Постановка и решение задач распределения ресурсов являются одними из трудных вопросов в области прикладной математики.

Задачи распределения ресурсов относят к оптимизационному типу и рассматривают для различных типов проводимых работ. Известно, чрезвычайно большое число разнообразных постановок данных задач, которые можно классифицировать, разбив на три основные группы в зависимости от принимаемого критерия оптимальности и вида ограничений [2]:

- задачи распределения ресурсов, при котором обеспечивается минимизация времени осуществления проводимых работ при выполнении заданных ограничений на используемые ресурсы;

- задачи распределения ресурсов, при котором удовлетворяется наилучшее значение некоторого показателя качества использования ресурсов при заданных сроках выполнения проводимых работ, чаще всего в данной постановке производится минимизация максимальных значений потребляемых ресурсов;

- задачи распределения ресурсов в смешанных постановках, где, например, для некоторых бизнес-процессов минимизируется время выполнения проводимых работ при заданных уровнях используемых ресурсов, а для других — минимизируются уровни потребления ресурсов при заданных сроках выполнения работ.

Методы решения

Принятая классификация методов решения задач распределения ресурсов. Методы решения разделяют на методы математического программирования, эвристические и комбинированные.

Методы математического программирования решаются с применением целочисленного линейного, нелинейного, динамического и статистического программирования [3]. В основе эвристических методов лежат эвристические правила, такие как метод последовательного фронтального распределения, метод последовательного растяжения, метод последовательной корректировки плана и т. п. Комбинированные методы решения задач распределения ресурсов основываются на сочетании методов математического программирования и эвристических методов и могут быть условно разделены на следующие группы:

- методы, использующие результат решения задачи эвристическими методами в качестве исходных данных для дальнейшего решения с помощью методов математического программирования;

- методы, осуществляющие предварительное эвристическое разбиение основной задачи на частные задачи, решаемые методами математического программирования;

- методы, использующие эвристические правила при формировании условий задачи, решаемой методами математического программирования;

- усеченные методы математического программирования.

Методы распределения ресурсов также можно разделить в зависимости от интенсивности потребления ресурсов. Методы распределения ресурсов с переменной интенсивностью потребления ресурсов предполагают возможность изменения интенсивности потребления ресурса в течение выполнения любой работы, что приводит в конечном итоге к сокращению продолжительности выполнения работы и к увеличению коэффициента использования ресурса. В результате решения данных задач получается зависимость оптимального значения потребного ресурса от продолжительности каждой работы в модели.

Методы распределения ресурсов с постоянной интенсивностью потребления ресурсов, используемых на работах, можно разделить на две большие группы: методы с фиксированной интенсивностью потребления ресурсов и методы с фиксированным диапазоном возможных значений интенсивностей потребления ресурсов.

При использовании методов с фиксированной интенсивностью потребления ресурсов заранее задается интенсивность потребления ресурсов и осуществляется поиск оптимальных сроков начала и окончания работ.

При использовании методов с фиксированным диапазоном возможных значений интенсивностей потребления ресурсов осуществляется поиск оптимальных интенсивностей потребления ресурсов внутри заданных диапазонов, а также сроков начала и окончания работы.

Область применения задач распределения ресурсов охватывает все сферы жизнедеятельности человека и широко распространена на практике. В прикладном плане эти задачи освещены и у многих авторов. Активно разрабатывались задачи распределения ресурсов в России с 1970-х годов путем постановки простых по формулировке задач и моделирования проверки различных механизмов.

Организации могут повысить эффективность выполнения бизнес-процессов за счет правильного распределения ресурсов, а также это позволяет увеличить доход организации, лояльность работников, повысить удовлетворенность клиентов. Одним из хорошо исследованных направлений является оптимальное распределение человеческих ресурсов в организации и использование их личных навыков для эффективного выполнения организационных обязанностей.

В исследовании [4] предложено моделирование реальных условий в организациях на основе нечеткой теории игр. Модель использует многоагентную систему, применяющую совместную игру между подразделениями организации, с целью оптимального распределения человеческих ресурсов. В игре каждое подразделение предоставляет предложение по продвижению своей и других единиц производительности. Разработана модель, которая использует фазификацию для облегчения игрового процесса и увеличения вероятности достижения соглашения в игре. Результаты исследований показали, что эффективное управление влияет на повышение производительности распределений человеческих ресурсов.

Современные организации обладают гибким и эффективным реагированием на неожиданные события. Рассматривая такой критический случай, как внезапное отсутствие человеческих ресурсов, которое не было учтено существующими подходами к распределению ресурсов, исследователи предлагают подход, который повысит эффективность динамического распределения человеческих ресурсов в исключительной ситуации [5]. Предлагается систематический подход, который анализирует журналы событий для выбора подходящих кандидатур на замену, если имеющиеся человеческие ресурсы становятся недоступными. Этот подход использует интеллектуальный анализ процессов и анализ социальных сетей для получения метрики, называемой степенью замещения, которая измеряет, насколько опыт работы человеческих ресурсов пересекается, с двух точек зрения: выполнение задач и передача работы. Наряду с метрикой также определяются подходящие кандидатуры на замену. Исследование показало, что такой подход к моделированию определяет подходящие кандидатуры на замену более эффективно и точно, чем существующие методы распределения, такие как распределение на основе ролей или случайное распределение.

Исследование [6] рассматривает задачу распределения ресурсов в бизнес-процессах, сочетающий в себе процессный майнинг, статистические методы и метаэвристические алгоритмы оптимизации. В данной работе для моделирования используют анализ процесса интеллектуального анализа и статистические методы

построения имитационной модели для получения достоверных результатов. Для нахождения оптимального распределения человеческих ресурсов в бизнес-процессах используется улучшенный алгоритм дифференциальной эволюции с адаптацией популяции. Апробация модели была проведена на трех различных наборах данных, чтобы продемонстрировать общность подхода, и проведено сравнение с ранее существовавшими стандартными подходами.

Многообразие целей и задач организаций приводит к тому, что для управления их функционированием и развитием требуются специальные знания и искусство, методы и приемы. В наше время актуальность получили вопросы распределения ресурсов при управлении сложными бизнес-процессами в организациях любого уровня. Сложный процесс представляется как объект, в котором можно выделить составляющие, согласованные и связанные между собой заданными соотношениями, объединенные в единое целое по определенным законам. Сложные процессы непрерывно изменяются под воздействие информации, получаемой из внешней среды, находятся в постоянном развитии и требуют эффективного управления.

Сложные процессы их функционирование становятся все более распространенным объектом исследования в области техники и информатики. В исследованиях конечной задачей становится разработка модели адекватной исследуемому процессу. Под адекватностью понимают верное воспроизведение в модели связей и отношений исследуемого процесса. Моделирование исследуемого процесса позволяет четко поставить задачу эксперимента и способствует анализу его результатов. Сравнение экспериментальных и модельных данных устанавливает влияние на результаты процесса новых факторов или роль ранее не учитываемых явлений.

Рассматривая проблему распределения ресурсов, которая обычно возникает в организациях с централизованной средой принятия решений, например, в сетях супермаркетов, банках и университетах, в работе [7] разработан интерактивный формальный подход, основанный на анализе оболочки данных (DEA) и многоцелевом линейном программировании (MOLP), для поиска наиболее предпочтительного плана распределения. Предполагается, что руководство заинтересовано в максимизации общего объема продукции, производимой отдельными единицами, путем выделения имеющихся ресурсов. Единицы смогут модифицировать свое производство в соответствии с текущей производственной возможностью, установленной в рамках определенных предположений. Рассматриваются различные предположения относительно отдачи от масштаба и способности каждой единицы изменять свой производственный план. Для иллюстрации подхода используются численные примеры.

Построена математическая модель оптимизации распределения ресурсов для сокращения времени принятия управленческих решений и алгоритмов решения общей задачи распределения ресурсов в [8]. Задача является сложной трехуровневой комбинаторной задачей. В ходе решения рассматривается несколько конкретных задач: оценка длительности выполнения каждого действия в зависимости от количества исполнителей внутри группы, выполняющей данное действие; оценка общего времени выполнения всех действий в зависимости от количественного состава групп исполнителей; поиск такого распределения существующих ресурсов исполнителей по группам, чтобы минимизировать общее время выполнения всех действий.

Динамическое выделение наиболее подходящего ресурса для выполнения различных действий бизнес-процесса рассматривается в [9]. Для решения проблемы неэффективного распределения, которое может привести к неадекватному использованию ресурсов, более высоким затратам или низкой производительности процесса, использовались различные подходы: методы интеллектуального анализа данных, вероятностное распределение или даже ручное распределение. Исследователи разработали метод, поддерживающий распределение ресурсов на основе многофакторных критериев. Была предложена структура для рекомендации распределения ресурсов на

основе Process Mining, которая выполняет рекомендацию на уровне подпроцесса, а не на уровне действий. Модель – это куб процесса ресурсов, который предоставляет гибкий, расширяемый и детальный механизм для абстрагирования имеющейся информации о прошлых выполненных процессах. Вычисляется несколько метрик с учетом различных критериев для получения окончательного рекомендательного ранжирования на основе алгоритма ВРА.

В заключение обзора приводим исследования, проведенные в области управления в организациях образования, где реализуются сложные бизнес-процессы, как одной из актуальных тем, рассматриваемых настоящее время.

Исследование китайских ученых в работе [10] при оценке распределения ресурсов в системе образования в Пекине среди высших профессиональных колледжей привело к разработке и внедрению в структуру TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) метода энтропии. Метод определяет веса показателей распределения образовательных ресурсов. Результаты выявили, что может быть достигнуто неравенство в распределении ресурсов на образование в области профессиональной подготовки между различными высшими профессиональными колледжами в Пекине и результаты могут быть использованы в качестве ориентира для улучшения распределения ресурсов и увеличения инвестиций в образование в области профессиональной подготовки.

В исследовании [11] основной целью стала оптимизация распределения человеческих ресурсов в хорватской системе высшего образования в соответствии с несколькими целями, связанными с рабочей нагрузкой их преподавательского и исследовательского персонала, сводя к минимуму отклонение от поставленных целей, определенных в соответствии с хорватскими правилами высшего образования. Для решения поставленной задачи предлагается использование целочисленной целевой модели программирования с целью нахождения оптимального решения, представленного с учетом количества преподавателей и исследователей в пределах каждой кафедры выбранного факультета. Модель применена к определенному факультету, но может быть применима к любому другому хорватскому факультету. Представлены сравнения различных моделей оптимальных решений, полученные для разного количества рассматриваемых целей. Предложенная модель, по мнению исследователей, обеспечит оптимальный уровень преподавания и исследовательских позиций, учитывая множественные цели, с акцентом на эволюцию и прогрессию на индивидуальном уровне, одновременно обеспечивая наилучшее качество для студентов, а также конкурентную и прибыльную работу учебного заведения.

В сфере образования в настоящее время наблюдается большая конкуренция, и менеджмент направлен на максимизацию результатов производительности и другие положительные эффекты, полученные от их важнейшего ресурса профессорско-преподавательских кадров, и в то же время минимизировать производственные затраты и другие потери. Основные рассматриваемые задачи – это постановка целей и различных ограничений при оптимизации преподавательской и исследовательской нагрузки профессорско-преподавательского состава. Что вполне логично, так как человеческие ресурсы представляют собой важнейший ресурс и капитал для успеха любой организации, поскольку они генерируют знания, навыки, способности и опыт, которые отличают организации и подчеркивают их конкурентное преимущество.

Анализируя исследования [12] получаем взгляд на систему менеджмента качества предоставления образовательных услуг, в которой предлагается добиться закрепления принципа принятия решений, базирующегося на анализе данных и информации, исключая волюнтаризм и авторитарность. В данной работе решается задача принятия решения о распределении нагрузки между преподавателями в следующей постановке. Исследуется организация учебного процесса в ВУЗе. Преподаватели преподают дисциплины

студентам. По каждой дисциплине студенты должны пройти курс, на который в учебном плане отводится некоторое количество часов. Эти учебные часы составляют нагрузку преподавателей. Допускается, что на кафедре работают несколько преподавателей, некоторые из них могут вести несколько предметов, некоторые - только один. Требуется распределить нагрузку между преподавателями оптимальным в некотором смысле образом. Для решения задачи построена модель: сформирован разумный критерий качества распределения нагрузки; выбран метод принятия решения. За критерий распределения нагрузки принимается компетентность преподавателя в конкретной дисциплине - C_{ij} . Компетентность представляется комплексным критерием, учитывающим ряд факторов, которые поддаются непосредственному вычислению. Вводятся ограничения: нагрузка должна быть равномерно распределена между преподавателями, имеется ограничение на максимальную и минимальную нагрузку преподавателя в семестре; преподаватель не должен вести больше одной дисциплины у одной группы одновременно. Решение задачи оптимального распределения нагрузки сводится к решению задачи о распределении ресурсов при заданных ограничениях:

$$L = \sum_i \sum_j C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где x_{ij} – количество часов, отведенных на i -ую дисциплину.

Еще один подход к решению задачи распределения нагрузки между преподавателями используется в [13]. Модель базируется на представлении всех типов работ кафедры в качестве дискретного множества ресурсов, которые необходимо распределить между преподавателями кафедры в соответствии с принятыми в ВУЗе допущениями и ограничениями. В качестве решения предложена модель распределения ограниченных ресурсов между объектами системы на основе матриц персональных весовых коэффициентов каждого из объектов с заданными ограничениями. Для оптимального распределения часов кафедры моделируются различные варианты, через изменения исходных данных. Задача: варьируя распределением планируемых часов нагрузки кафедры между ее профессорско-преподавательским составом по семестрам, необходимо таким образом спланировать учебный процесс, чтобы наибольшее количество часов по приоритетным типам работ назначалось наиболее компетентным преподавателям с учетом равномерности их загрузки в учебном году. Исключая эвристический метод для решения поставленной задачи предлагается математическая модель для формализации процедур составления вариантов распределения нагрузки, как для отдельных кафедр, так и ВУЗа в целом. Вводятся ограничения: 1) передаваемая на кафедру нагрузка рассматривается как совокупность абстрактных видов работ, каждый из видов работ содержит конкретный набор типов работ с соответствующими объемами часов; 2) по каждому из типов работ для каждого из преподавателей кафедры задаются персональные весовые коэффициенты, учитывающие эффективность выполнения конкретным преподавателем этого типа работ; 3) количество выданных на кафедру часов должно быть равно количеству часов, распределенных между профессорско-преподавательским составом кафедры: $X = R$; 4) объем аудиторных часов у некоторых преподавателей (например, профессоров) не должен превышать $n\%$ от общего количества назначенных ему часов: $X_{\text{проф, ауд}} \leq X_{\text{общ}} * n * 0,01$; 5) объем часов преподавателя на учебный год не должен превышать средний объем годовой индивидуальной нагрузки по ВУЗу более чем на $n\%$, $X = L = \sum_i \sum_j C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \max, \leq X_{\text{общ}} * n * 0,01$; 6) желательно обеспечить равное распределение объема часов для i -го преподавателя в осеннем и весеннем семестрах $X_{i,\text{весенний}} = X_{i,\text{осенний}}$ 7) лекции по конкретной дисциплине на каждом потоке должен читать один преподаватель; 8) часы по взаимосвязанным типам работ каждого из видов работ должны отдаваться одному преподавателю; 9) необходимо стремиться к максимальной однородности распределения часов, т.е. чтобы на каждого из преподавателей приходилось как можно больше часов одного типа. Для решения задачи

оптимального распределения часов по каждому из типов работ для каждого преподавателя предлагается использовать аппарат теории игр и свести к решению модифицированной задачи распределения ресурсов, когда работы (часы по типу работ) распределяются между несколькими преподавателями, а в качестве характеристик, отражающих их деятельность, будут использоваться персональные весовые коэффициенты. В качестве основной целевой функции предлагается принять максимизацию показателя взвешенной оценки планируемого объема работ кафедры в целом за счет оптимального распределения часов между всеми преподавателями. Преподавателей упорядочивают в порядке убывания их персональных коэффициентов для каждого из типов работ и последовательно назначают им максимально возможное количество часов до тех пор, пока не будет распределен весь объем работ.

Заключение

Рассмотренные задачи, и предлагаемые подходы применимы на практике для оптимального распределения нагрузки между преподавателями. Исходя из практического опыта следует отметить, что не рассмотрена такая постановка задачи, когда при распределении нагрузки между преподавателями учитывается распределение такого количества часов, которое удобно для составления расписания занятий. Например, введя нормативы по каждой дисциплине, учитывающее удобства для составления расписания занятий – объем аудиторного фонда и количество преподавателей по дисциплине. Также, учитывая современные тренды при определении качества образования, актуально рассмотреть новые модели определения персонального веса каждого преподавателя для каждой преподаваемой дисциплины.

Литература

- [1] Гольдштейн Г.Я. Основы менеджмента. – М.: ИНФРА-М, 2004. 326.
- [2] Лиходедов Н.П., Товстых Л.Е. Информационные ресурсы для бизнеса – СПб «ЭЛБИ», 1998.
- [3] Сухарев А. Г. Методы оптимизации: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры – М: Издательство Юрайт, 2019. 367.
- [4] Khanizad R., Montazer G. Optimal allocation of human resources based on operational performance of organizational units using fuzzy game theory. Cogent Engineering, 2018. 5(1). DOI: [10.1080/23311916.2018.1466382](https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1466382)
- [5] Lee J, Lee S, Kim J, Choi I. Dynamic human resource selection for business process exceptions. Knowl Process Manag, 2019. 26. 23–31. [https://doi.org/ 10.1002/kpm.1591](https://doi.org/10.1002/kpm.1591)
- [6] Almir Djedovic, Almir Karabegovic, Zikrija Avdagic, Samir Omanovic. Innovative Approach in Modeling Business Processes with a Focus on Improving the Allocation of Human Resources, Mathematical Problems in Engineering. 2018. 14. DOI:10.1155/2018/9838560
- [7] Pekka Korhonen, Mikko Syrjänen. Resource Allocation Based on Efficiency Analysis. Management Science. 2004. 50(8). 1134-1144. DOI:10.1287/mnsc.1040.0244
- [8] Menshikh V., Samorokovskiy A., Avsentev O. Models of resource allocation optimization when solving the control problems in organizational systems. Journal of Physics. 2018. DOI:10.1088/1742-6596/973/1/012040
- [9] Arias M., Rojas E., Munoz-Gama J., Sepúlveda M. A Framework for Recommending Resource Allocation Based on Process Mining. In: Reichert, M., Reijers, H. (eds) Business Process Management Workshops. BPM 2016. Lecture Notes in Business Information Processing. 2016. 256. Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-319-42887-1_37
- [10] Kong X., Yan L., Wang D., Yu M., Liu X. Evaluation of Education Resources Allocation in Beijing Based on Entropy-TOPSIS Method, Journal of Physics. 2020. DOI:10.1088/1742-6596/1670/1/012042
- [11] Marasovic B., Tadic I., Kalinic T. Optimising the number of teaching and researching staff within Croatian higher education system, Open Access International Scientific Journal Croatian Operational Research Society. 2019. 10. 105-115. DOI: 10.17535/crorr.2019.0010
- [12] Варламова С.А., Белобородова Е.В., Затонский А.В. Принятие решений при

распределении учебной нагрузки, *Фундаментальные исследования*. 2019. 9. 22-31.

[13] Нестеренков С.Н., Никульшин Б.В. Математическая модель оптимального распределения часов нагрузки кафедры между профессорско-преподавательским составом, *Доклады БГУИР*. 2013. 6(76). 42-47.

14. Kubekov B., Kuandykova J., Utepbergenov I., Utegenova A. Application of the conceptual model of knowledge for formalization of concepts of educational content. 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). 2015. 588-594. DOI: 10.1109/ICAICT.2015.7338629

15. Самойлов Н.Ю. Приемы внедрения эффективной системы управления организацией. *Менеджмент в России и за рубежом*. 2007. 3. 31 – 36.

16. Azimi M., Beheshti R.R., Imanzadeh M., Nazari Z. Optimal allocation of human resources by using linear programming in the beverage company, *Universal Journal of Management and Social Sciences*. 2013. 3(5). 48–54.

17. Russell N., Van der Aalst W.M.P., Hofstede A.H.M., Edmond D. Workflow resource patterns: Identification, representation and tool support. *Advanced Information Systems Engineering, Lecture Notes in Computer Science*. 2005. 3520. 216–232.

18. Van der Aalst W.M.P. *Process mining: Discovery, conformance and enhancement of business processes*, Berlin, Heidelberg: Springer. 2011. DOI:10.1007/978-3-642-19345-3.

References

[1] Gol'dshteyn G.YA. *Osnovy menedzhmenta*. – М.: INFRA-M, 2004. 326.

[2] Likhodedov N.P., Tovstykh L.Ye. *Informatsionnyye resursy dlya biznesa* – SPB «ELBI», 1998.

[3] Sukharev A. G. *Metody optimizatsii: uchebnik i praktikum dlya bakalavriata i magi-stratury* – М: Izdatel'stvo Yurayt, 2019. 367.

[4] Khanizad R., Montazer G. Optimal allocation of human resources based on operational performance of organizational units using fuzzy game theory. *Cogent Engineering*, 2018. 5(1). DOI: [10.1080/23311916.2018.1466382](https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1466382)

[5] Lee J, Lee S, Kim J, Choi I. Dynamic human resource selection for business process exceptions. *Knowl Process Manag*, 2019. 26. 23–31. <https://doi.org/10.1002/kpm.1591>

[6] Almir Djedovic, Almir Karabegovic, Zikrija Avdagic, Samir Omanovic. Innovative Approach in Modeling Business Processes with a Focus on Improving the Allocation of Human Resources, *Mathematical Problems in Engineering*. 2018. 14. DOI:10.1155/2018/9838560

[7] Pekka Korhonen, Mikko Syrjänen. Resource Allocation Based on Efficiency Analysis. *Management Science*. 2004. 50(8). 1134-1144. DOI:[10.1287/mnsc.1040.0244](https://doi.org/10.1287/mnsc.1040.0244)

[8] Menshikh V., Samorokovskiy A., Avsentev O. Models of resource allocation optimization when solving the control problems in organizational systems. *Journal of Physics*. 2018. DOI:10.1088/1742-6596/973/1/012040

[9] Arias M., Rojas E., Munoz-Gama J., Sepúlveda M. A Framework for Recommending Resource Allocation Based on Process Mining. In: Reichert, M., Reijers, H. (eds) *Business Process Management Workshops. BPM 2016. Lecture Notes in Business Information Processing*. 2016. 256. Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-319-42887-1_37

[10] Kong X., Yan L., Wang D., Yu M., Liu X. Evaluation of Education Resources Allocation in Beijing Based on Entropy-TOPSIS Method, *Journal of Physics*. 2020. DOI:10.1088/1742-6596/1670/1/012042

[11] Marasovic B., Tadic I., Kalinic T. Optimising the number of teaching and researching staff within Croatian higher education system, *Open Access International Scientific Journal Croatian Operational Research Society*. 2019. 10. 105-115. DOI: 10.17535/corr.2019.0010

[12] Varlamova S.A., Beloborodova Ye.V., Zatonskiy A.V. Prinyatiye resheniy pri raspredelenii uchebnoy nagruzki, *Fundamental'nyye issledovaniya*. 2019. 9. 22-31.

[13] Nesterenkov S.N., Nikul'shin B.V. Matematicheskaya model' optimal'nogo raspredeleniya chasov nagruzki kafedry mezhdru professorsko-prepodavatel'skim sostavom, *Doklady BGUIR*. 2013. 6(76). 42-47.

[14] Kubekov B., Kuandykova J., Utepbergenov I., Utegenova A. Application of the conceptual model of knowledge for formalization of concepts of educational content. 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). 2015. 588-594. DOI: 10.1109/ICAICT.2015.7338629

[15] Samoylov N.YU. Priemy vnedreniya effektivnoy sistemy upravleniya organizatsiyey.

Menedzhment v Rossii i za rubezhom. 2007. 3. 31 – 36.

[16] Azimi M., Beheshti R.R., Imanzadeh M., Nazari Z. Optimal allocation of human resources by using linear programming in the beverage company, Universal Journal of Management and Social Sciences. 2013. 3(5). 48–54.

[17] Russell N., Van der Aalst W.M.P., Hofstede A.H.M., Edmond D. Workflow resource patterns: Identification, representation and tool support. Advanced Information Systems Engineering, Lecture Notes in Computer Science. 2005. 3520. 216–232.

[18] Van der Aalst W.M.P. Process mining: Discovery, conformance and enhancement of business processes, Berlin, Heidelberg: Springer. 2011. DOI:10.1007/978-3-642-19345-3.

ON SOME ISSUES OF RESOURCE ALLOCATION IN THE MANAGEMENT OF COMPLEX PROCESSES

M.Arici¹, Zh.Takenova²

¹Kocaeli University, Turkey

²Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Kazakhstan

¹muslumarici@gmail.com, ²takenova@mail.ru

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3397-2215>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8925-5808>

Annotation: With the emergence of new requirements of the time for the quality of educational services, which is influenced by management in functioning business processes, existing studies in the field of the resources allocation in the management of complex processes were studied. An overview of the basic concepts is complete, and classification of the resources allocation problems and methods for their solution is present. According to publications seems, that for a long time the issues of management in organizations based on the effective resources allocation have remained relevant. Many approaches and methods have been applied to solve problems in this area. This article analyzes published articles on problematic issues of the resources allocation in organizations. The formulation of the task of managing the resources allocation in the organization of the educational process, which requires the development of new approaches and methods - planning the optimal teaching load of the teacher with given restrictions, has been determined.

Keywords: resource allocation, complex processes, optimization methods, management, planning, decision-making.

КҮРДЕЛІ ПРОЦЕСТЕРДІ БАСҚАРУ КЕЗІНДЕ РЕСУРСТАРДЫ БӨЛҮДІҢ КЕЙБІР МӘСЕЛЕЛЕРІ ТУРАЛЫ

M.Arici¹, Ж.Такенова²

¹Коджаэли Университеті, Түркия

²ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық-есептеу технологиялары институты, Қазақстан

¹muslumarici@gmail.com, ²takenova@mail.ru

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3397-2215>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8925-5808>

Аңдатпа: Жұмыс жасайтын бизнес-процестерді басқару ететін білім беру қызметтерінің сапасына жаңа уақыт талаптарының пайда болуымен күрделі процестерді басқару кезінде ресурстарды бөлу саласындағы қазіргі зерттеулер көрсетіледі. Негізгі ұғымдарға шолу жасалды, ресурстарды бөлу міндеттері мен оларды шешу әдістерінің жіктелуі келтірілді. Жарияланымдар бойынша ұзақ уақыт бойы ресурстарды тиімді бөлу негізінде ұйымдардағы басқару мәселелері өзекті болып қала береді деп айтуға болады. Осы саладағы міндеттерді шешу үшін көптеген тәсілдер мен әдістер қолданылды. Бұл мақалада ұйымдарда ресурстарды бөлудің проблемалық мәселелері бойынша жарияланған мақалаларға талдау жүргізілді. Оқу процесін ұйымдастыру кезінде ресурстарды бөлуді басқару міндетінің жаңа тәсілдер мен әдістерді - берілген шектеулер кезінде оқытушының оңтайлы оқу жүктемесін жоспарлауды әзірлеуді талап ететін тұжырымы айқындалды.

Кілттік сөздер: ресурстарды бөлу, күрделі процестер, оңтайландыру әдістері, басқару, жоспарлау, шешімдер қабылдау.

Сведение об авторах

Рус: Müslüm Arici – PhD, профессор Коджаэли Университет, Турция, muslumarici@gmail.com

Каз: Müslüm Arici – PhD, Кожаели университетінің профессоры, Түркия, muslumarici@gmail.com

Англ: Müslüm Arici – PhD, Professor Kocaeli University, Turkey, muslumarici@gmail.com

Рус: Такенова Жанар – докторант Института информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан, takenova@mail.ru

Каз: Такенова Жанар - ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институтының докторанты, Қазақстан, takenova@mail.ru

Англ: Takenova Zhanar - doctoral student of the Institute of Information and Computing Technologies of the CS MES RK, Kazakhstan, takenova@mail.ru