



Мы видим, что многочлен Лагранжа с чебышевскими узлами способен конкурировать с различными типами сплайнов (рис. 11).

Выводы

Численные исследования интерполяционного многочлена Лагранжа с чебышевскими узлами первого рода показали невероятные свойства этого многочлена:

- 1) не осциллирует;
- 2) устойчив к изменениям любых параметров интерполяции;
- 3) способен работать при большом количестве узлов интерполяции;
- 4) может конкурировать со сплайнами.

Список литературы

1. Кострикин А.И. Введение в алгебру. Издательство МЦНМО, 2018, 273 с.
2. Поршнева С.В. Численные методы на базе Mathcad. Издательство: ВНУсерия: Учебное пособие, 2016, 472 с.
3. Малышева Т.А. Численные методы и компьютерное моделирование. Издательство ИТМО, 2016, 33с.

© К. Д. Яксубаев

Ссылка для цитирования:

К. Д. Яксубаев Подавление осцилляции интерполяционного многочлена Лагранжа // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 3 (37). С. 145–151.

УДК.004.021

DOI 10.52684/2312-3702-2022-39-1-151-157

7

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКИМ СОСТАВОМ

М. И. Шиккульский, Е. М. Евсина, Е. П. Кравченкова

Шиккульский Михаил Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования и моделирования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, e-mail: shikul_m@mail.ru;

Евсина Елена Михайловна, кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования и моделирования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация;

Кравченкова Елена Павловна, магистрант, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, e-mail: Kravchenkova.95@mail.ru

В статье авторы более подробно рассмотрели задачу планирования учебного процесса по распределению нагрузки между профессорско-преподавательским составом высшего учебного заведения. Распределение нагрузки осуществляется в несколько этапов, представленных на диаграмме бизнес-процессов в виде модели в нотации IDEFO. Нагрузка преподавателя зависит от учебной нагрузки кафедры, норм времени по объему учебной нагрузки и индивидуальных характеристик преподавателя. Задача оптимизации распределения нагрузки между профессорско-преподавательским составом сводится к подбору такого варианта распределения нагрузки, который позволит достичь максимальной взвешенной оценки распределения часов. Для поиска оптимального распределения нагрузки предлагается использовать следующий алгоритм. Для реализации описанного алгоритма была спроектирована информационная система поддержки распределения нагрузки профессорско-преподавательского состава. Авторами разработана математическая модель и информационная система распределения оптимальных вариантов нагрузки между профессорско-преподавательским составом кафедр с учетом их квалификации. Модель базируется на представлении всех дисциплин кафедры в качестве дискретного множества ресурсов, которые необходимо распределить между преподавателями в соответствии с принятыми в университете допущениями и ограничениями.

Ключевые слова: учебный план, контингент, нормы времени, учебная нагрузка кафедры профессорско-преподавательского состава.

MATHEMATICAL MODEL AND ALGORITHM FOR DISTRIBUTION AND CONTROL OF EDUCATIONAL LOAD BETWEEN PROFESSOR-TEACHING STAFF

M. I. Shikulskiy, Ye. M. Yevsina, Ye. P. Kravchenkova

Shikulskiy Mikhail Igorevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer-Aided Design and Modeling, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, e-mail: shikul_m@mail.ru;

Yevsina Yelena Mikhaylovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer-Aided Design and Modeling, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation;

Kravchenkova Yelena Pavlovna, master student, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, e-mail: Kravchenkova.95@mail.ru

In the article, the authors considered in more detail the task of planning the educational process to distribute the load between the teaching staff (teaching staff) of the university. The load distribution is carried out in several stages, presented in the business process diagram as a model in the IDEF0 notation. The teacher's workload depends on the teaching load of the department, the norms of time for the volume of the teaching load and the individual characteristics of the teacher. The task of optimizing the distribution of the load between the teaching staff is reduced to the selection of such a variant of the distribution of the load, which will achieve the maximum weighted estimate of the distribution of hours. To find the optimal load distribution, it is proposed to use the following algorithm. To implement the described algorithm, an information system was designed to support the distribution of the load of the teaching staff. The authors have developed a mathematical model and an information system for the distribution of optimal load options among the teaching staff of the departments, taking into account their qualifications. The model is based on the representation of all disciplines of the department as a discrete set of resources that must be distributed among teachers in accordance with the assumptions and restrictions adopted at the university.

Keywords: curriculum, contingent, time norms, teaching load of the department of teaching staff.

Введение

Вопросы автоматизации управления учебным процессом в высшем учебном заведении всегда являлись актуальными в связи с большим количеством и сложностью решаемых задач, регулярно меняющимися требованиями законодательства в области образования, необходимостью обеспечения согласованного проектирования и реализации учебного процесса. При этом применяемые в настоящее время программные продукты не в полной мере удовлетворяют потребностям современного образования, что приводит к необходимости поиска новых решений по автоматизации учебного процесса [1]. Остано-

вима более подробно на одной из задач планирования учебного процесса – распределению нагрузки между ППС (профессорско-преподавательским составом) вуза.

Распределение нагрузки – это сложная многокритериальная задача, которая требует учета таких факторов, как равномерность нагрузки преподавателей, квалификация и опыт ППС, необходимые затраты на организацию преподавания, и установленные в университетах ограничения на планирование нагрузки.

Распределение нагрузки осуществляется в несколько этапов, представленных на диаграмме бизнес-процессов в виде модели в нотации IDEF0 (рис. 1).

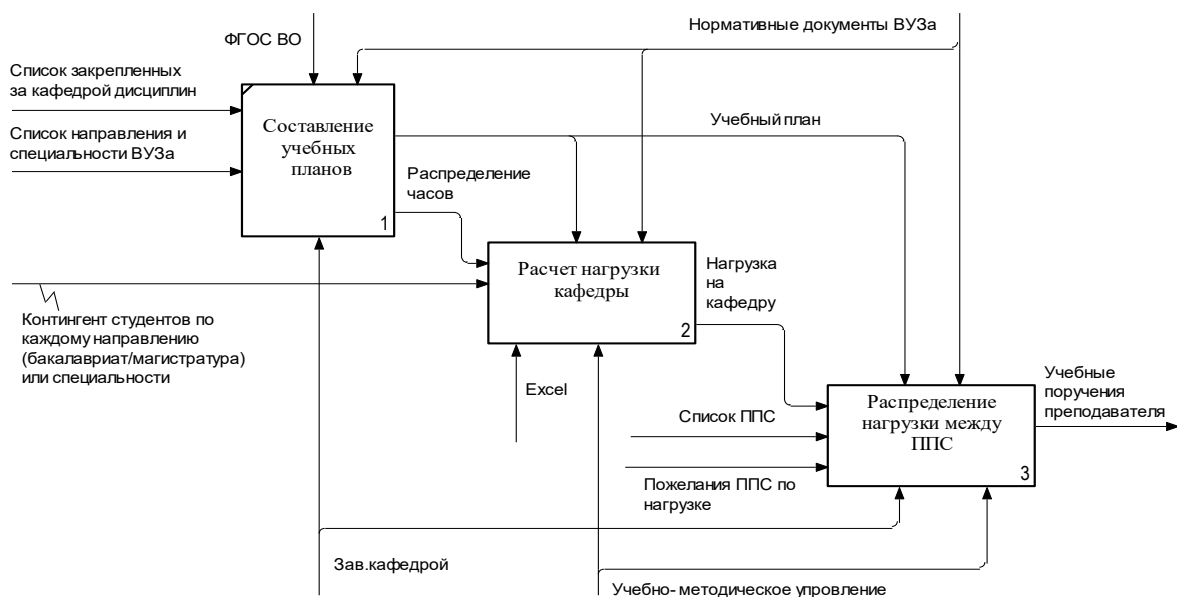


Рис.1. Модель процесса распределения нагрузки

На первом этапе на кафедре составляются учебные планы для каждого направления и специальности вуза.

Учебный план характеризуется множеством:

$$УП_i = \{C, D, H_{dvs_i}, V, S, \Phi\},$$

где $УП_i$ – учебный план направления i ; C – направление или специальность, для которого составляется учебный план (включает наименование и шифр направления, уровень обучения

(бакалавриат, магистр, специалист), форму обучения (очная/заочная), год набора; D – множество дисциплин, практик, и прочих видов работ, которые студенты направления C должны изучить за весь период обучения (от 2 до 5 лет); H_{dvs_i} – количество часов, выделяемых на изучение дисциплины d по виду нагрузки v в семестре s ; V – множество видов нагрузки по дисциплине

(лекции, практики, лабораторные, курсовые, зачеты, экзамены и т. д.); S – множество сквозных номеров семестров, в период которых происходит обучение (от 1 до 10); F – множество кафедр f , участвующих в подготовке студентов направления или специальности S .

Список дисциплин D представляют собой вектор (например, {Дисциплина 1, Дисциплина 2, Дисциплина 3, Дисциплина n , Консультации по дипломную проектированию, Часы государственной экзаменационной комиссии}), отражающий структуру часов.

Виды нагрузки V представляют собой вектор, например: часы лекций; часы практический занятий; часы лабораторных работ; зачет; экзамен; консультации перед экзаменом; курсовые работы, курсовые проекты, контрольная работа, отражающий структуру вида нагрузки [5].

На одной кафедре может реализовываться несколько учебных планов $УП_i$ разных направлений i . Кроме того, каждая дисциплина учебного плана d закрепляется за определенной кафедрой f , отвечающей за подготовку студентов по данной дисциплине.

На втором этапе осуществляется расчет кафедральной нагрузки на новый учебный год. В результате расчета нагрузки G_f для кафедры f определяется количество часов $H_{dvs_i}^{ug}$ для каждого направления i , дисциплины d и вида нагрузки v , преподаваемых на кафедре в новом учебном году ug в разрезе семестров s нового учебного года.

Планируемая на учебный год календарная нагрузка кафедры делится на три категории сложности:

- лекции, экзамены, руководство магистрантами, консультации;
- курсовые проекты и работы, руководство выпускными квалификационными работами бакалавров и дипломированных специалистов, производственной и преддипломной практике, зачеты;
- практические занятия, лабораторные занятия, учебная, эксплуатационная, технологическая, производственная (включая преддипломную и НИР) практики, расчетно-графические работы, проверка контрольных работ и прочие виды учебной нагрузки.

Общее количество часов кафедры по всем видам работ представлено в таблице 1.

Таблица 1

Общее количество часов кафедры

Вид нагр.	Вид нагр. 1	Вид нагр. 2	....	Вид нагр. m	Сумма по видам нагрузки
Дисциплина 1	h_{11}	h_{12}	....	h_{1m}	h_1
Дисциплина 2	h_{21}	h_{22}	....	h_{2m}	h_2
Дисциплина 3	h_{31}	h_{32}	....	h_{3m}	h_3
....
Дисциплина n	h_{n1}	h_{n2}	....	h_{nm}	h_n

Таким образом, рассчитанная кафедральная нагрузка G_f может быть определена, как множество:

$$G_f = \{УП_{fs}, K, H_{dvs_i}^{ug}\},$$

где $УП_{fs} = \{up | up \in УП, \Phi = \{f\}, s = \{(ug - gn + 1) \cdot 2 - 1, (ug - gn + 1) \cdot 2\}\}$ – подмножество строк из всех учебных планов $УП$, дисциплины которых преподаются на кафедре f в двух семестрах текущего учебного ug ; gn – год набора; K – контингент студентов текущего учебного года; $H_{dvs_i}^{ug}$ – рассчитанное количество часов по дисциплине d и виду нагрузки v в семестре s для направления i в учебном году ug .

Нагрузка для каждой дисциплины может быть вычислена по формуле:

$$H_{dvs_i}^{ug} = H_{dvs_i} \cdot (k_1 + k_2 \cdot G_i + k_3 \cdot P_i + k_4 \cdot S_i),$$

где H_{dvs_i} – количество часов, выделяемых на изучение дисциплины d по виду нагрузки v в семестре s для направления или специальности i в соответствии с учебным планом; G_i – количество групп на потоке i ; P_i – количество подгрупп на потоке i ; S_i – количество студентов на потоке i ; $k_1, \dots, k_4 = \{0, 1\}$ – коэффициенты, которые могут принимать значения 0 или 1, при этом единице

может быть равен только один из коэффициентов для данного вида нагрузки (например, для лекций $k_1 = 1$, для практик $k_2 = 1$, для лабораторных $k_3 = 1$, для курсовых проектов $k_4 = 1$).

Если за кафедрой f закреплено n дисциплин и запланировано m видов работ, то нагрузка по дисциплине d будет определяться по формуле:

$$H_{di}^{ug} = \sum_{v=1}^m H_{dvs_i}^{ug}.$$

Кафедральная нагрузка определяется по следующей формуле:

$$H_f^{ug} = \sum_{d=1}^n H_{di}^{ug}.$$

Основной и заключительный этап процесса по распределению нагрузки – распределение нагрузки между профессорско-преподавательским составом.

Показатели, влияющие на распределение нагрузки представлены на схеме на рисунке 2.

Нагрузка преподавателя зависит от учебной нагрузки кафедры, норм времени по объему учебной нагрузки и индивидуальных характеристик преподавателя. Закрепленная за преподавателем нагрузка оформляется в виде учебных поручений.

Учебные поручения преподавателя b представляют собой матрицу размером $L \times M$ (табл. 2).

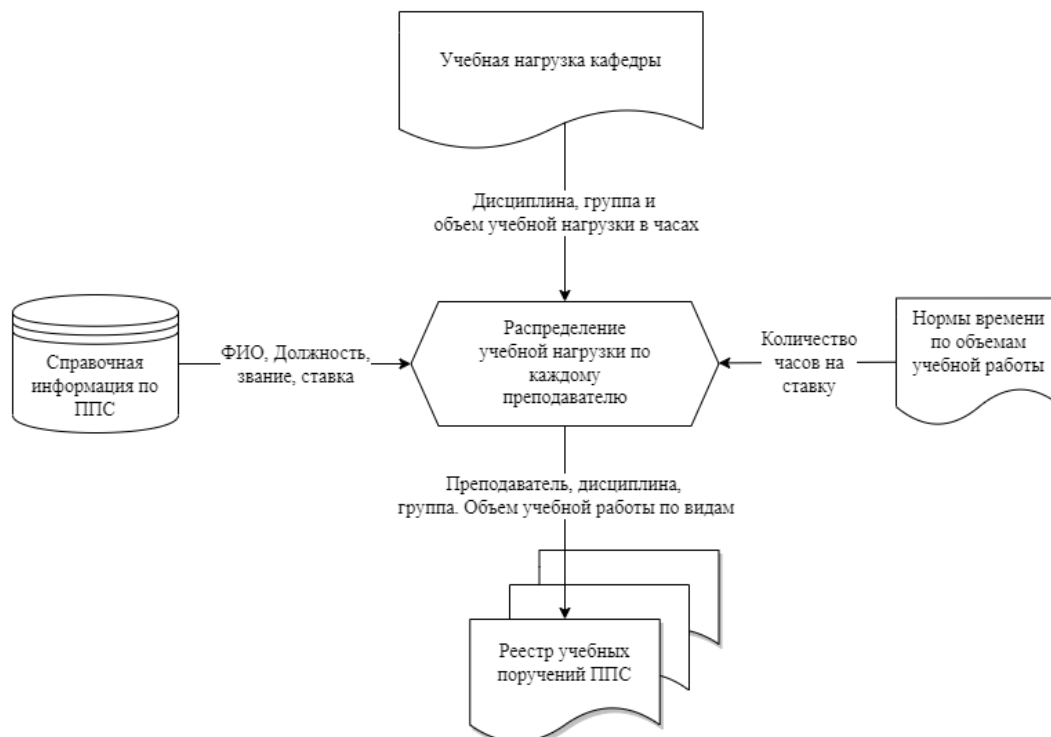


Рис. 2. Распределение учебной нагрузки по каждому преподавателю

Таблица 2

Структура учебных поручений преподавателя

Вид нагр.	Вид нагр. 1	Вид нагр. 2	....	Вид нагр. М	Сумма по видам нагрузки
Дисциплина 1	p_{11}	p_{12}	....	p_{1m}	p_1
Дисциплина 2	p_{21}	p_{22}	....	p_{2m}	p_2
Дисциплина 3	p_{31}	p_{32}	....	p_{3m}	p_3
....
Дисциплина L	p_{l1}	p_{l2}	....	p_{lm}	p_l

Таблица 3

Нормы нагрузки в соответствии с категорией ППС

Категории ППС	Нормы нагрузки в часах (Ni)
Профессор (i = 1)	780
Доцент (i = 2)	850
Старший преподаватель (i = 3)	900
Ассистент (i = 4)	900

Примечание: N – норма часов по данной категории; i – вид категории.

Общее количество часов в нагрузке преподавателя b вычисляется, как сумма часов рассчитанной на предыдущем этапе кафедральной нагрузки по каждой дисциплине и виду нагрузки, закрепленными за преподавателем.

$$P_b = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^M p_{ij},$$

где L, M – количество дисциплин и видов нагрузки, закрепленных за преподавателем b ; p_{ij} – количество часов для дисциплины i и вида нагрузки j из кафедральной нагрузки.

Общее количество часов, распределенных между профессорско-преподавательским составом, равно сумме часов, распределённых между отдельными преподавателями:

$$P = \sum_{p=1}^R P_b,$$

где R – количество преподавателей кафедры.

Средняя годовая учебная нагрузка по критериям профессорско-преподавательского состава (ППС) и кафедр университета устанавливается в соответствии с категорией ППС¹. В таблице 3 представлено соотношение часов ППС нагрузки.

Таким образом, нагрузка преподавателя $P_b^{ст}$ в ставках может быть вычислена по формуле:

$$P_b^{ст} = P_b / N,$$

где P_b – количество часов по дисциплинам, закрепленным за преподавателем b ; N – норма нагрузки преподавателя в часах.

Для автоматического распределения нагрузки между преподавателями введем следующие ограничения:

1. Количество выданных на кафедру часов должно быть равно количеству часов, распределенных между профессорско-преподавательским составом кафедры $P = H_f^{уг}$.

¹ Нормы времени для расчета учебной работы, выполняемой ППС ГАУО АО ВО «АГАСУ» на 2021–2022 учебный год. Астрахань, 2021. 6 с.

2. Объем аудиторных часов для штатных преподавателей согласно Приказу Министерства образования и науки РФ от 22 декабря 2014 г. № 1601 «О продолжительности рабочего времени (нормах часов педагогической работы за ставку заработной платы) педагогических работников и о порядке определения учебной нагрузки педагогических работников, оговариваемой в трудовом договоре»¹ не должен превышать $P_b \leq 1,5Ni$ а преподаватели-совместители не должны иметь нагрузку более $S_i \leq 0,5Ni$.

3. В соответствии с Постановлением Минтруда РФ от 30 июня 2003 г. № 41 «Об особенностях работы по совместительству педагогических, медицинских, фармацевтических работников и работников культуры»² штатный преподаватель может дополнительно выполнять почасовую нагрузку не более 350 ч в год. Суммарная нагрузка штатного преподавателя не может превышать:

$$\sum G_b \leq 1,5Ni + 350 \text{ [час]},$$

где G_b – количество штатных преподавателей на кафедре.

4. Обеспечить равномерное распределение объемов часов b -го преподавателя в осеннем и весеннем семестрах: $P_{\text{летСем}} = P_{\text{осенСем}}$.

5. Лекции по конкретной дисциплине на каждом потоке должен читать один преподаватель.

6. Максимальное количество часов для преподавателя p не должно быть больше p_{max} .

Для оптимизации распределения нагрузки каждому преподавателю назначаются веса $v_{pij} = [0,1]$, определяющие степень компетентности преподавателя для проведения занятий по дисциплине i и виду нагрузки j .

Задача оптимизации распределения нагрузки между профессорско-преподавательским составом сводится к подбору такого варианта распределения нагрузки, который позволит достичь максимальной взвешенной оценки распределения часов:

$$P' = \sum_{p=1}^R \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^M v_{pij} \cdot p_{ij} \rightarrow \max.$$

Для поиска оптимального распределения нагрузки предлагается использовать следующий алгоритм:

1) для каждого преподавателя вычисляется его квалификация, как среднее значение всех значений весов преподавателя:

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M v_{pij}}{N \cdot M},$$

где N – количество дисциплин, закрепленных за кафедрой,

M – количество видов нагрузки;

2) определяется преподаватель с максимальной квалификацией K_p ;

3) для преподавателя с максимальной квалификацией определяется его максимальный вес v_{pij} ;

4) так как преподаватель с максимальной квалификацией не обязательно является лучшим специалистом для дисциплины i и вида нагрузки j определяется преподаватель O с максимальным весом для соответствующей дисциплины и видом нагрузки;

5) за преподавателем O закрепляется нагрузка (i, j) при условии, что не нарушаются установленные ограничения;

6) в том случае, если закрепленный вид нагрузки j является последним для дисциплины i , то строка с дисциплиной i удаляется из списка распределяемых. По аналогии, если дисциплина i является последней для вида нагрузки j , то столбец j должен быть удален;

7) пересчитываются значения квалификаций преподавателей P' без учета удаленных строк и столбцов в матрице распределяемой нагрузки;

8) шаги 1–7 повторяются до тех пор, пока не будет распределена вся нагрузка.

Для реализации описанного алгоритма была спроектирована информационная система поддержки распределения нагрузки ППС. Функции и пользователи информационной системы представлены на диаграмме вариантов использования (рис. 3).

Функции системы:

- заполнение справочников по ППС, дисциплинам и видам нагрузки;
- импорт данных по учебным планам из ИС «Звезда»;
- настройка ограничений и весов компетенций преподавателей;
- распределение нагрузки между преподавателями в автоматическом и интерактивном режиме;
- печать штатного расписания и учебных поручений.

В качестве среды разработки системы была выбрана платформа 1С: Предприятие 8.3. На выбор среды разработки в первую очередь повлияла необходимость интеграции информационной системы в информационную среду учебного заведения, которая уже использует для других задач 1С: Предприятие.

С учетом объектно-ориентированных особенностей программы 1С: Предприятие была разработана структура базы данных в виде диаграммы классов (рис. 4).

¹ Приказ Министерства образования и науки РФ от 22 декабря 2014 г. № 1601 «О продолжительности рабочего времени (нормах часов педагогической работы за ставку заработной платы) педагогических работников и о порядке определения учебной нагрузки педагогических работников, оговариваемой в трудовом договоре». Зарег. 25 февраля 2015 г. М., 2015. 9 с.

² Постановление Минтруда РФ от 30 июня 2003 г. № 41 «Об особенностях работы по совместительству педагогических, медицинских, фармацевтических работников и работников культуры». Зарег. 7 августа 2003 г. М., 2003. 3 с.

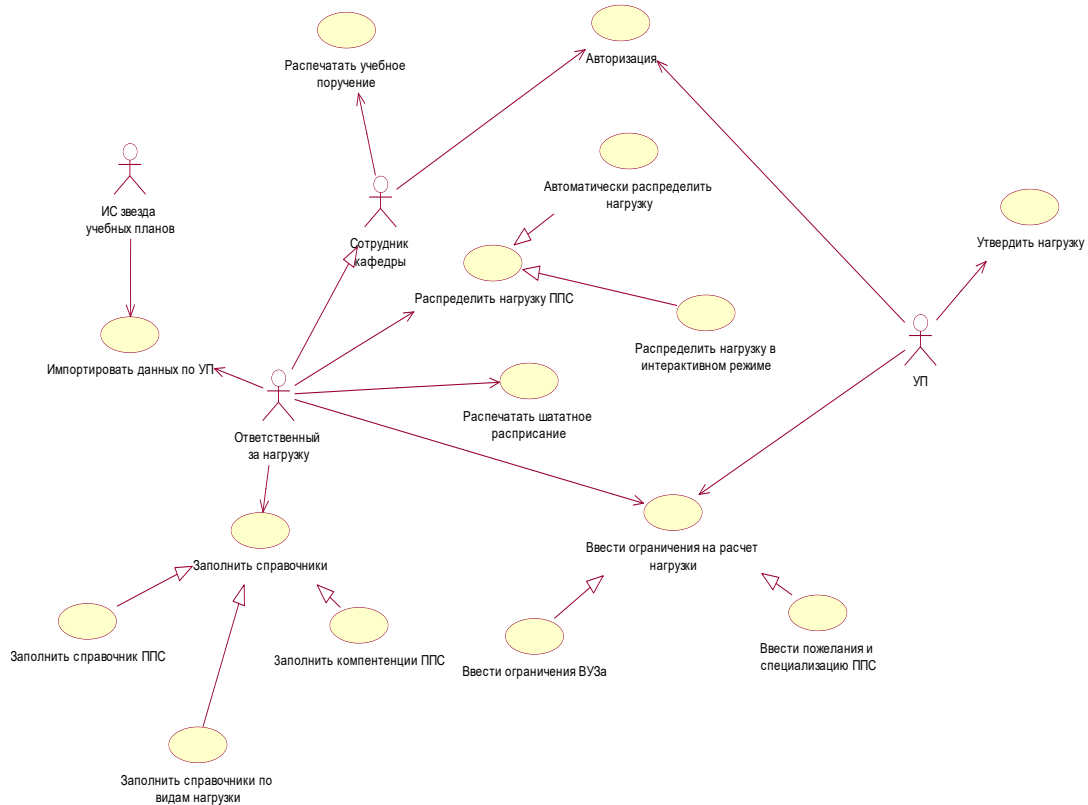


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования информационной системы

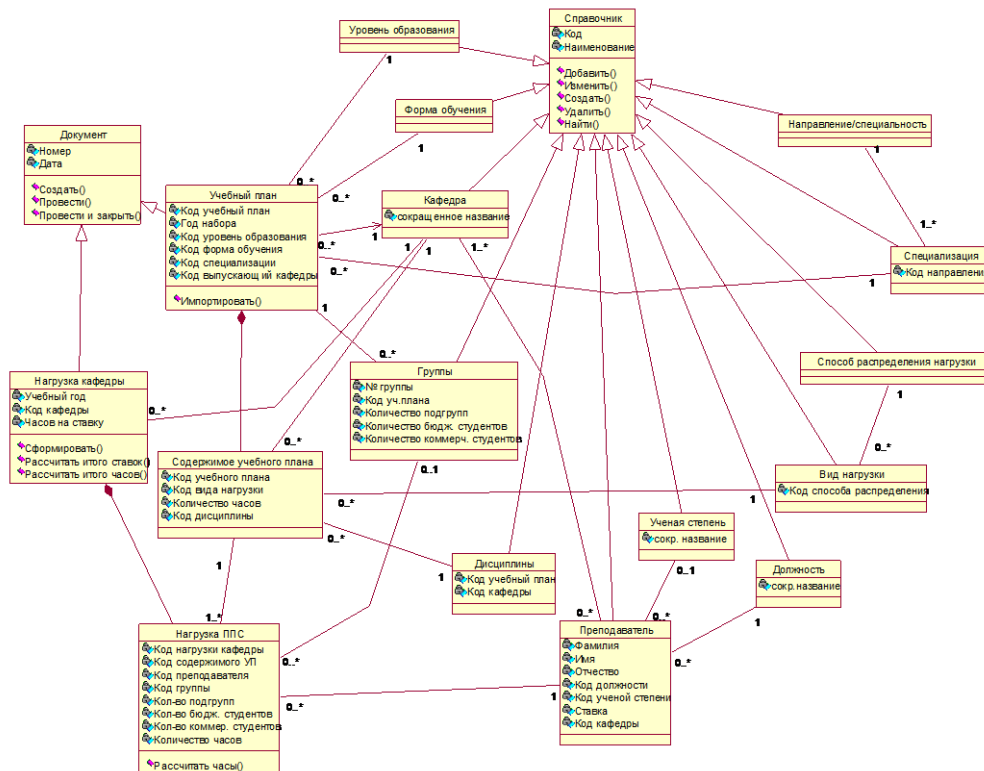


Рис. 4. Фрагмент диаграммы классов информационной системы

Использование информационной системы позволит:

- оптимизировать распределение нагрузки между ППС кафедры;

- осуществить более равномерное распределение нагрузки между различными семестрами и преподавателями;

- обеспечить эффективность учебного процесса за счет закрепления дисциплин за наиболее компетентными преподавателями;

- упростить работу заведующего кафедрой по распределению нагрузки.

Таким образом, авторами разработана математическая модель и информационная система распределения оптимальных вариантов нагрузки

между ППС кафедр с учетом их квалификации. Модель базируется на представлении всех дисциплин кафедры в качестве дискретного множества ресурсов, которые необходимо распределить между преподавателями в соответствии с принятыми в университете допущениями и ограничениями.

Список литературы

1. Пьянкова Н. В., Глотина И. М., Наугольных К. В. Перспективы решения задачи автоматизации распределения и учета выполнения учебной нагрузки на кафедре // Пермский аграрный вестник. 2013. №2 (2).
2. Нестеренков С.Н., Никульшин Б.В. Математическая модель оптимального распределения часов нагрузки кафедры между профессорско-преподавательским составом // Доклады Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (БГУИР). 2013. №6 (76).
3. Варламов С.А., Белобородова Е.В., Затонский А.В., Приятие решений при распределении учебной нагрузки // Фундаментальные исследования. 2008.№9.С.22-31.
4. Гришин О.В. Методика планирования учебной нагрузки с учётом результатов работы преподавателей // Научный журнал КубГАУ. 2013.№92. С.1333-1347.
5. Гусев В.В. Система моделей и методов рационального планирования и организации учебного процесса в вуза/ В.В.Гусев, Н.Я.Краснер. Воронеж: ВГУ, 1984, С.152.
6. Коргин Н.А. Механизмы обмена как основа распределения научной и учебной нагрузок преподавателей / Н.А.Коргин // Управление большими системами. Вып.12-13. М.:ИПУ РАН, 2006. С.90-108.
7. Резник С.Д. Управление кафедрой : учебник / С.Д.Резник. – 2-е изд., перераб. и доп.– Москва: ИНФРА-М, 2005.– 635с. – ISBN5-16-001875-1.

© М. И. Шиккульский, Е. М. Евсина, Е. П. Кравченкова

Ссылка для цитирования:

Шиккульский М. И., Евсина Е. М., Кравченкова Е. П. Математическая модель и алгоритм распределения и контроля учебной нагрузки между профессорско-преподавательским составом // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 1 (39). С. 151–157.

УДК.004.021

DOI 10.52684/2312-3702-2022-39-1-157-163

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФОНДА СТИМУЛИРУЮЩИХ ВЫПЛАТ С УЧЕТОМ РЕЙТИНГОВЫХ ОЦЕНОК ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

М. И. Шиккульский, Е. М. Евсина Т. П. Кравченкова

Шиккульский Михаил Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная информатика», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация;

Евсина Елена Михайловна, кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования и моделирования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация;

Кравченкова Татьяна Павловна, магистрант, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, e-mail: kravchenkova1995@mail.ru

Авторами статьи предлагается математическая модель повышения эффективности стимулирования профессорско-преподавательского состава образовательной организации, а также автоматизация этого процесса. Для моделирования бизнес-процессов стимулирования преподавателей используется нотация IDEFO. Авторами предлагается расчет стимулирующих выплат осуществлять по решению специально созданных комиссий на основании представленных документов. Конкретная сумма выплат за каждый отчетный период определяется в соответствии с суммарным значением баллов профессорско-преподавательского состава и фондом заработной платы. Выплаты стимулирующего характера разделяются на три категории: постоянная выплата стимулирующего характера; ежемесячная выплата стимулирующего характера по решению кафедры; ежемесячная выплата стимулирующего характера. Авторами в работе предложены критерии оценки эффективности профессорско-преподавательского состава и разработана методическая модель оценки эффективности труда, расчета стимулирования. На основе созданной математической модели будет разработана информационная система поддержки премирования профессорско-преподавательского состава университета.

Keywords: *incentive payments to teaching staff, rating, department, faculty, points, fund.*