

В дальнейшем планируется разработать документацию пользователя, а также рассмотреть вопрос внедрения в других предметных областях, например в электробусах и троллейбусах с возможностью автономного хода.

### Список литературы

1. Figma. [Электронный ресурс], URL: <https://www.figma.com/> (дата обращения 17.04.2023)
2. Ушаков, В.А. Моделирование кривых. Слайды : Лабораторный практикум / В.А. Ушаков. – СПб : ГУАП, 2022. – 55 с.
3. Ушаков, В.А. Разработка программного модуля для анализа и изучения сплайновых кривых / В.А. Ушаков // XLVII Гагаринские чтения 2021 : Сборник тезисов работ XLVII Международной молодежной научной конференции (Москва, 20–23 апреля 2021 года). – М.: Издательство "Перо", 2021. – С. 290.
4. Ушаков, В.А. Разработка современных динамических web-сайтов средствами языка PHP : Лабораторный практикум / В.А. Ушаков. – СПб : ГУАП, 2021. – 73 с.
5. Предтеченский, Д.В. Приборные панели: Методы оптимизации расположения органов управления / Д.В. Предтеченский, А.А. Волосюк, А.А. Балканский // Международная научная конференция по проблемам управления в технических системах. – 2021. – Т. 1. – С. 161-165.

## ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОЙ НАГРУЗКИ

МАРКВИРЕР В.Д.<sup>1,2</sup>, КАРНАУХОВА Е.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»  
(НИУ ВШЭ), г. Пермь*

<sup>2</sup>*Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ), г. Пермь*

**Аннотация.** В статье приведён теоретический обзор систем поддержки принятия решений. Описана предметная область распределения преподавательской нагрузки в учебных заведениях. Предложена диаграмма, описывающая требования к автоматизированной системе для формирования оптимальных вариантов распределения преподавательской нагрузки. Представлены тезисы, аргументирующие целесообразность применения подхода систем поддержки принятия решений в задаче о распределении преподавательской нагрузки.

*Ключевые слова:* системы поддержки принятия решений, распределение преподавательской нагрузки, требования к системе распределения нагрузки.

### Введение

Процесс принятия решения о распределении учебной нагрузки на преподавателей в учебном заведении является трудозатратным и требует от специалиста и руководителя структурного подразделения знаний законов и нормативно-правовых актов, регламентирующих норму часов нагрузки на полную ставку, ограничения по допуску к ведению разного вида учебных занятий (лекции, семинары, практики), а также возможности руководства практической подготовкой. Эти условия зависят от должности, занимаемой преподавателем.

Помимо регламентов при распределении нагрузки необходимо принимать во внимание компетентность и предпочтения каждого преподавателя к ведению дисциплин. Для преподавателей, работающих в учебном заведении больше года, можно смотреть исторические данные и распределять им нагрузку на те дисциплины, опыт преподавания которых у них имеется. Однако с постоянно меняющимися запросами на рынке труда, меняются учебные дисциплины, подходы и требования, что добавляет неопределённости в

процесс принятия решения о распределении нагрузки и требует от руководителя дополнительных мер по обеспечению реализации учебного плана.

Зачастую распределение нагрузки происходит неравномерно между преподавателями структурного подразделения, в силу отсутствия автоматизированных средств распределения, предлагающих возможные оптимальные варианты и учитывающие все правила и ограничения.

Целью работы является формализация требований к автоматизированной системе поддержки принятия решений о распределении нагрузки на преподавателей. Для достижения поставленной цели необходимо проанализировать системы поддержки принятия решений с точки зрения инструмента повышения эффективности управления ресурсами, выделить ключевые моменты и требования к системе для распределения учебной нагрузки в учебных заведениях.

### **Системы поддержки принятия решений как инструмент повышения эффективности управления ресурсами**

Существует мнение, что об эффективности принятия решений начали задумываться в первой половине XVIII века, когда в 1738 году Д. Бернулли вывел формулу нелинейной логарифмической функции полезности денег, которая показывает способность удовлетворять потребности индивида, учитывая его предпочтения и ценность блага [1]. Далее стоит отметить вклад в теорию принятия решений Г. Саймона, который в 50-х годах XX века описал человеческое поведение с точки зрения ограниченной рациональности в виду ограниченности памяти и способности к обработке большого количества информации. Альтернативы выбора не даны по умолчанию, а их необходимо найти из исходных данных, а также оценить возможные последствия [2].

Помимо теории принятия решений активно развиваются информационные системы для принятия решений, начиная с 1960-х годов. К концу 1970-х разработанные интерактивные информационные системы, использующие различные модели с разными входными данными, во многих компаниях получили название систем поддержки принятия решений. Далее начали появляться информационные системы управления (MIS), руководителя (EIS), финансового планирования, на основе технологий реляционных баз данных, бизнес-интеллекта (BI), OLAP-кубов, объектно-ориентированных технологий и другие [3].

Системами поддержки принятия решений (СППР) принято считать такие информационные системы, которые обеспечивают управляющему звену (человеку, руководителю) в процессе управления организацией принимать обоснованные, верные управленческие решения, даже в условиях неопределённости и быстро меняющейся предметной области. При этом сама система рассматривается, как вычислительное звено процесса управления и содержит в себе модели, правила и ограничения, которые нужно учитывать при принятии решения. Входные данные и выбор финального решения из возможных вариантов задаёт управляющее звено, а все вычисления и нахождение вариантов решений выполняет компьютер, что повышает скорость обработки информации – один из критериев повышения эффективности принятия решения.

Выделяют следующую классификацию систем поддержки принятия решений [4]. СППР принято делить по способу взаимодействия с пользователем, по источникам получения информации, по области применения. Виды и описание каждого типа представлены в таблице 1.

Системы поддержки принятия решений позволяют принимать более эффективные управленческие решения, чем без использования таких систем [5]. Повышение эффективности складывается из многих критериев, среди которых выделяют уменьшение времени обработки информации, более быстрая обратная связь при возникновении нестандартной ситуации, не требует дополнительных затрат времени и ресурсов при изменении состояния предметной области. СППР помогают находить наиболее оптимальные варианты решений проблем, не требуя от лиц, принимающих решение (ЛПР), детальной проработки текущей ситуации, ЛПР достаточно сравнить предлагаемые системой варианты, и выбрать один из них, либо скорректировать промежуточные данные и посмотреть результаты их обработки.

Таблица 1

**Описание классификации систем поддержки принятия решений**

Тип СППР	Описание
<b>Взаимодействие с пользователем</b>	
Пассивная	Визуализирует результаты вычислений, но не определяет лучшее решение. Пользователь системы самостоятельно анализирует и принимает решения по представленной программой информации.
Активная	Предлагает варианты решений, ранжируя найденные альтернативы по приоритетности. Критерии приоритетов выставляет пользователь в момент ввода исходных данных и может как согласиться с предлагаемыми вариантами результатов работы системы, так и выбрать свой вариант, т.е. результаты вычислений являются рекомендательными.
Кооперативная	Пользователь и система находятся в постоянном диалоге: пользователь может корректировать промежуточные вычисления системы, а система «принимает во внимание» изменения и выполняет перерасчёты. Процесс работы пользователя с системой завершается, когда результаты системы и ожидания пользователя будут согласованными.
<b>Источники получения информации</b>	
Модельная	Обработка исходных данных на основе статистических, финансовых, оптимизационных и имитационных моделях.
Коммуникационная	Обработка сообщений различных групп пользователей, работающих над одной задачей. Сообщения синхронизируются в многопоточной распределённой системе, сервер которой управляется событиями от клиента.
Данные	Доступ и манипуляция с данными, происходит статистическая и/или имитационное моделирование, анализ временных рядов.
Документальные	Обработка документов в различных форматах. Выполняется поиск и обработка неструктурированной информации.
Знания	Система решает задачи по фактам, правилам, процедурам. Появляется акцент на способность системы «понимать» проблемы, по правилам, известным пользователю. Полезность системы выражается в способности принимать решения с большим количеством зависимостей, которые сложно просчитать человеку.
<b>Область применения</b>	
Настольная	Система, работающая на локальном компьютере одного пользователя, данные и результаты не предоставляются другим пользователем.
Корпоративная	Используются большие хранилища информации, выполняется анализ данных. Система обслуживает нескольких пользователей при решении одной задачи или нескольких связанных задач.

### **Выявление требований к системе распределения преподавательской нагрузки в учебных заведениях**

Несмотря на стремительное развитие информационных технологий, распределение преподавательской нагрузки до сих пор выполняется без использования автоматизируемых средств, контролирующих соответствие законам, правилам и ограничениям. Специалистам, занимающимся распределением часов по учебным дисциплинам на учебный год, приходится контролировать все ограничения и нормы по часам на каждого преподавателя, занимающего определённую должность, имеющих различный статус трудоустройства (штат, гражданско-правовой договор (ГПД), совместительство) вручную, что неэффективно с точки зрения временных затрат, а также с точки зрения частоты возможных ошибок и неоптимальности варианта распределения нагрузки по всему профессорско-преподавательскому составу (ППС) подразделения.

Стоит отметить, что специалисту помимо формальных правил, также приходится ориентироваться в квалификации и предпочтениях ППС подразделения, чтобы обеспечить выполнение образовательных услуг, оказываемых подразделением, на высоком уровне. Каждый преподаватель имеет опыт работы с определённым набором дисциплин, ориентируется в определённых предметных областях и имеет свои предпочтения к ведению той или иной дисциплины, а также может тяготеть к обучению студентов на определённых курсах, не обязательно на тех, что предлагается учебным планом. Соответственно, специалисту нужно знать не только правила, но и субъективные аспекты назначения ППС на дисциплины.

В случае, если специалист подразделения меняется и не знает первое время специфики работы подразделения и особенностей ППС, будет трудно распределить ППС по дисциплинам так, чтобы обеспечить равномерность распределения часов нагрузки подразделения между ППС, выполнение нормативов нагрузки по ставке ППС и удовлетворение ППС распределением. Для новых специалистов время выполнения распределения может значительно увеличиться относительно того специалиста, который уже проработал в подразделении хотя бы один учебный год.

В статье [6] представлено описание процесса распределения нагрузки в вузе на примере «Высшей Школы Экономики». По собранной ранее информации, имеющемуся опыту работы в подразделении и обсуждению с текущим специалистом необходимой функциональности для автоматизации распределения нагрузки ППС на дисциплины учебного плана, была построена диаграмма требований (вариантов использования), которая представлена на рисунке 1.

На диаграмме серым цветом выделена функциональность, доступная только руководителю подразделения (на утверждение или отмену утверждения распределения нагрузки), т.е. только руководитель в праве решать, какой вариант нагрузки будет принят на учебный год. Функции, имеющие ограничения доступа или поясняющие состав документов для выполнения действия отмечены заливкой прецедентов серыми зигзагами.

Основной функцией системы, предлагающей варианты распределения по имеющейся информации о ППС (сотрудниках), учебном плане, истории и общей нагрузке, выделенной на подразделение, является «Сформировать новый вариант распределения нагрузки», отмеченной в диаграмме заливкой с серой решёткой.

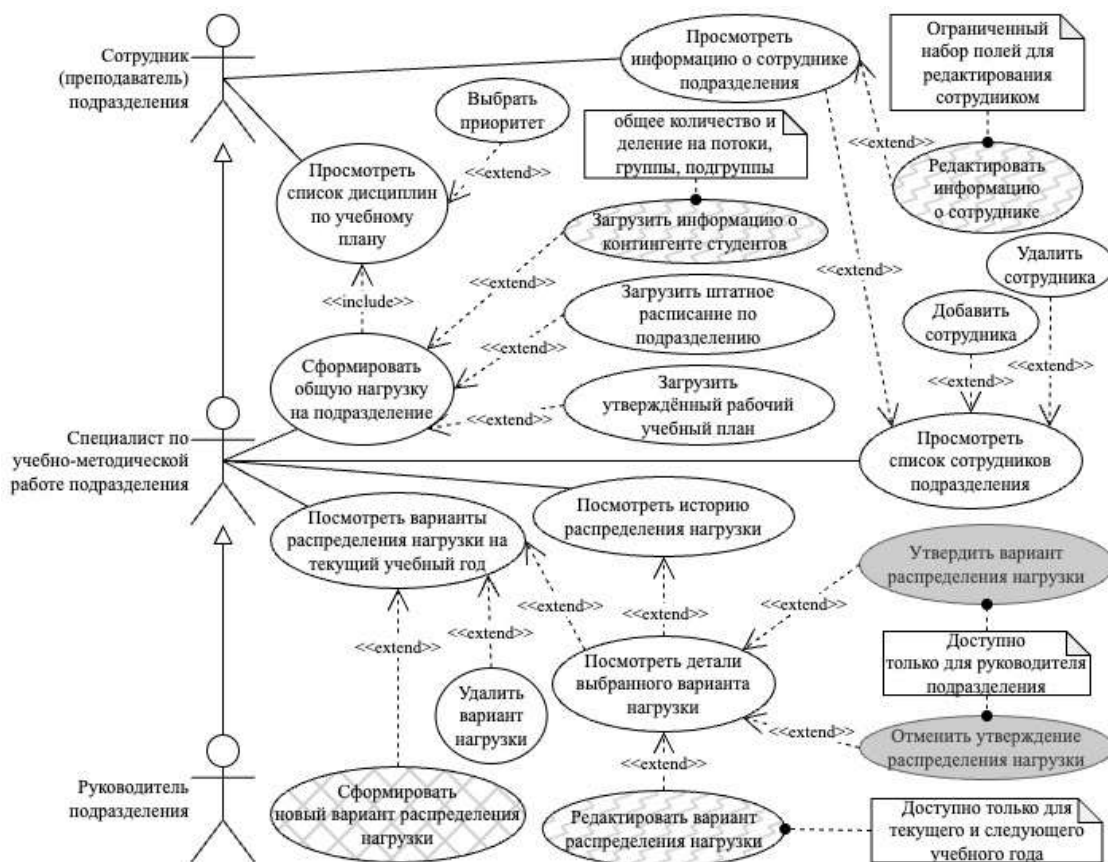


Рис. 1. Требования к системе распределения преподавательской нагрузки

На данный момент основа системы поддержки принятия решения о распределении нагрузки на ППС подразделения – формирование варианта распределения нагрузки, находится в стадии разработки, о результатах, которой планируются новые публикации в ближайшее время.

### Заключение

Системы поддержки принятия решений позволяют руководителям принимать взвешенные и оптимальные решения, скорость принятия которых значительно выше традиционных методов. В статье рассмотрены особенности и применение СППР для решения реальных задач. В задаче о распределении преподавательской нагрузки предполагается реализация корпоративной кооперативной СППР, управляемой данными, документами и знаниями, в силу специфичности и многокритериальности предметной области. Построена диаграмма требований для системы распределения нагрузки ППС, которая в дальнейшем планируется к разработке.

### Список литературы

1. Цапаев М. А. Эволюция систем поддержки принятия решений / М.А. Цапаев, К.А. Антонян // Экономика и социум. – 2019. – №1-1 (56). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-sistem-podderzhki-prinyatiya-resheniy> (дата обращения: 20.04.2023).
2. Диев, В. С. «Принятие решений» как междисциплинарная сфера исследований: генезис и тенденции развития [Электронный ресурс] // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. – 2015. – Т. 9. –

- Вып. 2: Пространство и время принятия решений. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25032255> (дата обращения: 20.04.2023).
3. История создания и развития систем поддержки принятия решений : сайт. – URL: [https://studme.org/212174/informatika/istoriya\\_sozdaniya\\_razvitiya\\_sistem\\_podderzhki\\_prinyatiyaresheniy](https://studme.org/212174/informatika/istoriya_sozdaniya_razvitiya_sistem_podderzhki_prinyatiyaresheniy) (дата обращения: 20.04.2023).
4. Стародубцев А.А. Система поддержки принятия решений // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2016. – №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-podderzhki-prinyatiya-resheniy> (дата обращения: 20.04.2023).
5. Висайтова Л.Р. Системы поддержки принятия решений: эффективность принятия решений // Аллея науки. – 2020. – Т. 2. – № 11 (50). – С. 219-225 URL: [https://alley-science.ru/domains\\_data/files/3November2020/SISTEMY%20PODDERZhKI%20PRINYaTIYa%20REShENIY%20EFFEKTIVNOST%20PRINYaTIYa%20REShENIY.pdf](https://alley-science.ru/domains_data/files/3November2020/SISTEMY%20PODDERZhKI%20PRINYaTIYa%20REShENIY%20EFFEKTIVNOST%20PRINYaTIYa%20REShENIY.pdf) (дата обращения: 20.04.2023).
6. Марквирер, В. Д. Постановка задачи распределения преподавательской нагрузки в вузе // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2023. – 5 с. (в печати).

## ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ МАШИНЫ ДУБИНСА

НГУЕН Т.К., ФИЛИМОНОВ А.Б.

*Российский технологический университет МИРЭА, г. Москва, Россия*

**Аннотация.** В статье рассматривается задача планирования траектории полета беспилотного летательного аппарата при патрулировании территориальных вод. Обсуждаются возможности применения геоинформационных технологий для прокладки маршрута полета. Предложен алгоритм построения траектории полета беспилотника на основе машины Дубинса. Дано решение задачи планирования траектории полета в среде программирования MATLAB.

*Ключевые слова:* беспилотные летательные аппараты, патрулирование территориальных вод, геоинформационные системы, машина Дубинса.

### Введение

Актуальной сферой применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является плановое патрулирование границы государства и, в частности, его территориальных вод. Беспилотники позволяют пограничным службам более оперативно обнаруживать факты нарушения границы и осуществлять контроль над прилегающим к границе территориями в режиме реального времени.

Выполнение полетного задания предполагает предварительное планирование траектории полета, которое выполняется в два этапа. На первом задаются опорные точки траектории. На втором этапе формируется допустимая гладкая траектория полета с учетом маневренности ЛА. Применительно к горизонтальному полету можно использовать решение задачи машины Дубинса [1], согласно которой траектория формируется из сегментов трех типов – движения по прямой линии, левого и правого поворотов, осуществляемых по дуге окружности. Результаты, полученные Дубинсом [1], оказались весьма полезными для построения траекторий движения БПЛА [2-3].

### Задача прокладки маршрута полета БПЛА

Для определения местоположения путевых точек в районе патрулирования необходимо располагать цифровой картой (ЦК) контролируемой территории, создание которой осуществляется средствами геоинформационных технологий [5]. Для прикладных