

# МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

## METHODS AND MODELS FOR SYSTEM DESIGN, MATERIAL AND TECHNICAL SUPPORT OF EDUCATIONAL PROCESS

*S. Platunova  
E. Avksentieva*

### Annotation

The analysis of the learning characteristics of students of educational institutions of advanced training, in particular, support the educational process with the necessary amount of material and technical means. The recommended future systems and forms of education with the use of special analysis tools for the design of materiel for maintenance of educational process. The proposed simplified computer aided design to ensure material and technical equipment of the educational process of educational institutions on the example of Academy LIMTU ITMO University.

**Keywords:** higher education, e-learning, project-based learning, e-learning system design, engineering, logistics, automation, self-similar flow, multi-channel model, redundancy, availability.

*Платунова Светлана Михайловна  
Ст. преподаватель, каф. аппаратно-  
программных комплексов выч. техники,  
Санкт-Петербургский национальный  
исследовательский университет  
информационных технологий, механики  
и оптики, г. Санкт-Петербург, Россия  
Авксентьева Елена Юрьевна  
К.пед.н., доцент, каф. аппаратно-  
программных комплексов выч. техники,  
Санкт-Петербургский национальный  
исследовательский университет  
информационных технологий, механики  
и оптики, г. Санкт-Петербург, Россия*

### Аннотация

В статье представлен анализ особенностей обучения студентов высших учебных заведений и учреждений повышения квалификации, в частности, обеспечения учебного процесса требуемым количеством материально-технических средств. Приведены рекомендуемые перспективные системы и формы обучения с применением специальных средств анализа для расчета требуемых материально-технических средств для обслуживания учебного процесса. Предложена упрощенная система автоматизированного проектирования для обеспечения материально-техническими средствами учебного процесса учебных заведений на примере факультета техники и методов управления "Академия ЛИМТУ" НИУ ИТМО.

### Ключевые слова:

Высшее образование, электронное обучение, проектное обучение, системы электронного обучения, проектирование, материально-техническое обеспечение, автоматизация, самоподобный поток, многоканальные модели, резервирование, коэффициент готовности.

Смена технологий, в том числе и образовательных, направленная на повышение качества и доступности обучения обуславливает развитие теоретических основ проектирования на основе известных средств и разработки новых средств автоматизированного анализа и проектирования.

К средствам обеспечения учебного процесса (ОП) относятся: преподаватели, читаемые курсы, лекционный материал, методические пособия, методический материал для практических работ, определенное количество оборудования для проведения практических работ, рабочие места обучаемых слушателей, необходимое количество лабораторий, аудиторий. Это материальное обеспе-

чение образовательного процесса должно быть в требуемом количестве в зависимости от числа поступающих на обучение слушателей.

Особо остро для образовательной организации дополнительного и профессионального образования стоит вопрос обеспечения бесперебойности работы собственных материально-технических средств (МТС) образовательной организации. Также желательно снабдить образовательный процесс дополнительными инструментами анализа и проектирования [1,2].

Основой работы в области средств автоматизированного анализа образовательного процесса организации

дополнительного профессионального образования (ОП ОДПО) стали методы теории автоматизированного проектирования, теории вероятностей, теории массового обслуживания, теория надежности, моделирования [3].

При проектировании МТС ОП ОДПО в целях определения наличия необходимого количества элементов и издержек требуется анализировать и показатели резервирования МТС на каждом этапе проектирования ОП ОДПО.

Характеристики учебного процесса с точки зрения наличия необходимого МТС в этом случае являются функцией структурных параметров МТС, заданного коэффициента оперативной готовности МТС, финансовых средств.

Для сравнения вариантов структур МТС ОП ОДПО применяются системы и сети массового обслуживания, и используется прямой критерий эффективности: коэффициент оперативной готовности.

Применение известных систем анализа является сложностью из-за незнания слушателями языков программирования, в связи с чем, предлагается упрощенная система (автоматизированного) проектирования для обеспечения МТС учебного процесса ОДПО и обучения проектированию и анализу систем. Она заключается в том, что позволяет оценить требуемое количество МТС учебного процесса, обеспечить работоспособность собственных МТС образовательной организации, обеспечить учебный процесс дополнительным средством проектирования, анализа.

Случайный способ поступления и обслуживания слушателей в образовательном учреждении дополнительно профессионального образования предопределяет использование моделей теории массового обслуживания для проектирования и анализа системы ОП ОДПО.

Распределение Парето – это медленно затухающее распределение, которое можно охарактеризовать принципом: "то пусто, то густо". Хвост распределения Парето является главной причиной самоподобия. Самоподобный случайный процесс имеет определенную структуру, которая повторяется с течением времени. Самоподобие отрицательно влияет на оперативность систем массового обслуживания, к тому же с увеличением нагрузки, повышается параметр самоподобия  $H$ . Так как параметр самоподобия лежит в пределах от 0,5 до 1, причем при  $H$  равном 0,5 самоподобие отсутствует, то самоподобную нагрузку на систему в специальной литературе предложено учитывать в виде функции от  $H$ , равной  $2^H$ . Следовательно, самоподобную нагрузку от поступающих заявок на обслуживание (образование, обучение) можно представить для аналитической оценки вероятностно-временных характеристик в виде умноженной на двойную интенсив-

ность поступающего на обслуживание потока заявок при отсутствии самоподобия, что характерно для экспоненциального распределения.

Для каждого варианта проектируемой структуры ОП ОДПО необходимо проводить расчет интенсивностей поступления заявок в систему, проверку условия отсутствия перегрузок, расчет вероятностно-временных характеристик, выявление и разгрузку узких мест.

Для проектирования структуры ОП ОДПО и оценки качества обслуживания (обеспечения) учебного процесса применяются многоканальные модели теории массового обслуживания с учетом самоподобной нагрузки.

Многоканальные модели ОП ОДПО можно использовать для планирования резервирования, т.е. оценки числа элементов ОП ОДПО. Оценку эффективности резервирования предлагается проводить по критерию не превышения заданного коэффициента оперативной готовности. Оценка эффективности резервирования производится при упрощающих предположениях: все элементы имеют одинаковую надежность, поток отказов является простейшим. Коэффициент оперативной готовности системы для экспоненциального распределения интенсивности отказов и восстановления отказавших элементов прямо пропорционален коэффициенту готовности и вероятности безотказной работы элементов системы.

Процесс проектирования любой системы [4], т.ч. и ОП ОДПО, носит итеративный характер и позволяет исследовать и анализировать характеристики системы ОП ОДПО на основе многоканальных моделей с учетом самоподобной нагрузки.

Процесс проектирования включает в себя создание структуры математической модели, учет самоподобия потока, подготовку данных для оценки ВВХ ОП ОДПО, расчет необходимого количества резерва удовлетворяющих условию заданного коэффициента оперативной готовности путем резервирования ненадежных, узких мест МТС ОП ОДПО.

Разработанное нами программное обеспечение позволяет рассчитать вероятностно-временные характеристики и варьировать параметры для исследования и оценки характеристик ОП ОДПО по заданному критерию коэффициента оперативной готовности требуемого числа материально-технических элементов для обеспечения качества образовательного процесса ОДПО в условиях повышенной интенсивности отказов, обусловленной потоком неуспевающих слушателей.

Нами проведены расчеты для потока из поступающих 30 бакалавров и магистров факультета техники и методов управления "Академия ЛИМТУ" Санкт-Петербург-

Таблица 1.

## Структура питания школьников.

Модель ОП ОДПО (Структура ОП ОДПО)	без учета самоподобия без резервирования	резервированная без учета самоподобия	резервированная с учетом самоподобия
Кратность резервирования рабочих мест обучаемых слушателей	0/60	5/60	10/60
МКратность резервирования читаемых курсов / преподавателей	0/40	10/40	20/40
Кратность резервирования методических пособий	0/60	10/60	20/60
Выигрыш по вероятности безотказной работы МТС ОП ОДПО		4.68	4,86
Выигрыш по наработке до отказа МТС ОП ОДПО		10.465	10.676
Стоимость, у.е.	4000	4300	4600

ского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, поток неуспевающих равен 5 слушателям, самоподобный поток от центров занятости 30 слушателей, поток неуспевающих также равен 5 слушателям, количество преподавателей – 20, которые могут вести до 40 курсов, компьютеров 60, (лабораторий 5,) методических пособий – 120[5].

Кратность резервирования элементов МТС, обеспечивающих работоспособность ОП ОДПО по коэффициенту оперативной готовности  $R_s \geq 0,99$ , заданной требованиями учебного процесса и выигрыши вероятности безотказной работы и наработке до отказа МТС ОП ОДПО представлены в табл. 1.

Наибольший рост характеристик дают вложения в изменение сетевой структуры ОП ОДПО с резервировани-

ем и с учетом самоподобия. Улучшение коэффициента оперативной готовности МТС ОП ОДПО возможно с помощью добавления резервных элементов.

Задачу синтеза проектируемой структуры МТС по критерию удовлетворения условия заданного коэффициента готовности решает резервированная структура ОП ОДПО с учетом самоподобия.

Предложенный подход позволяет повысить качество проектного образования "взрослых" на базе факультета техники и методов управления "Академии ЛИИМТУ" НИУ ИТМО, с использованием системы электронного обучения, обеспечить работоспособность собственных МТС и обеспечить учебный процесс необходимыми средствами обучения, проектирования, анализа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авксентьева Е.Ю., Авксентьев С.Ю. Предпосылки и условия развития виртуальной академической мобильности сотрудников и студентов вуза // Теория и практика общественного развития – 2014. – № 20. – С. 173–176. [Электронный ресурс]. URL: [http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv\\_zhurnal/2014/20/pedagogics/avksentyeva-avksentyev.pdf](http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnal/2014/20/pedagogics/avksentyeva-avksentyev.pdf). – [дата обращения: 17.06.2015].
2. Авксентьева Е.Ю. Миграция электронного образования в облачную среду // Современные исследования социальных проблем – 2014. – № 10(42). – С. 15–24.
3. Козырева О.Д., Пушкарева А.Е., Шалобаев Е.В., Биро И. Исследование влияния степени оксигенации крови на сигнал обратного рассеяния излучения при помощи численного моделирования // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2015. Том 15. № 1. С. 163–165.
4. Платунова С.М. Учебно-исследовательская подсистема автоматизированного анализа характеристик сети компьютерных классов // Сборник трудов I Всероссийского конгресса молодых ученых. – СПб: СПб НИУ ИТМО, 2012. – С. 51–54. [Электронный ресурс]. URL: <http://research.ifmo.ru>. – [дата обращения: 17.06.2015].
5. Платунова С.М. Методы проектирования фрагментов компьютерной сети. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. 51с. [Электронный ресурс]. URL: <http://books.ifmo.ru/file/pdf/982.pdf#3> [дата обращения: 23.06.2015].