

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.942

Шульга
Егор Сергеевич

Система поддержки взаимодействия преподавателя и студента
на основе облачных технологий

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание академической степени
магистра технических наук

по специальности 1-40 80 05 – Математическое и программное обеспечение
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Научный руководитель
Серебряная Л. В.
к.т.н., доцент

Минск 2019

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с приказом ректора БГУИР «О нормах времени на педагогическую работу в 2018-2019 учебном году» работа преподавателя включает следующие виды деятельности:

- чтение лекций;
- проведение практических, семинарских занятий;
- проведение лабораторных работ;
- проведение текущих и экзаменационных консультаций;
- проверка рефератов, типовых расчетов, расчетно-графических и других работ студентов;
- руководство курсовым проектированием, практиками, дипломным проектированием;
- прием зачетов, экзаменов.

Все перечисленные виды являются важными для процесса обучения. Среди них особый интерес представляет рассмотрение практических, лабораторных, семинарских занятий. Они проводятся для групп размером, как правило, до 30 человек. На этих занятиях у преподавателя есть возможность индивидуальной работы с каждым учащимся.

Занятия проводятся по учебному расписанию, продолжительность каждого – два академических часа (учебная пара). Нормами времени преподавателей и учебными планами ограничено общее число занятий в семестре. В связи с этим участники учебного процесса вынуждены планировать свое время так, чтобы полностью выполнить задачи учебных курсов.

Основной тип индивидуальной работы студентов на кафедре ПОИТ – выполнение лабораторных и практических заданий. Как правило, такие задания являются объемными, выполнить их за время занятия невозможно. В таких случаях студенты выполняют их в свободное от занятий время.

Индивидуальная работа преподавателя со студентом происходит в процессе защиты студентом выполненных заданий. Одновременно преподаватель может работать только с одним студентом, остальные формируют очередь. В связи с этим представляют интерес следующие вопросы:

- успеет ли преподаватель принять всех студентов до окончания занятия;
- сколько студентов не успеет подойти к преподавателю;
- сколько времени придется ждать студенту своей очереди.

Цель данной диссертации заключается в разработке методики и инструментария, с помощью которых упрощается удаленное взаимодействие участников учебного процесса при выполнении работ. Кроме того, расчет характеристик и прогнозных показателей улучшает планирование работы в семестре.

Для выполнения данной цели в первую очередь необходимо провести анализ работы непосредственных участников учебного процесса. Используя результаты анализа, необходимо составить модель работы преподавателя при защите студентами выполненных работ. Методика взаимодействия

разрабатывается на основании результатов моделирования.

Полученные результаты, методика и модель работы используются для проектирования и конструирования технического решения в виде программного средства поддержки взаимодействия преподавателей и студентов при выполнении индивидуальных заданий и их защите. Применение облачных технологий при его создании позволяет обеспечить высокую степень доступности, а также удобства использования.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Целью данной работы является разработка методики и программного средства поддержки взаимодействия преподавателя и студента при выполнении и защите индивидуальных заданий, автоматизирующее расчет характеристик эффективности работы.

Объектом исследования в работе является процесс выполнения, защиты и проверки выполненных работ студентов в рамках учебных дисциплин при обучении в высших учреждениях образования.

Предметом исследования является методика взаимодействия преподавателя и студента при выполнении индивидуальных заданий и программное средство, созданное для поддержки данной методики.

Основной гипотезой, положенной в основу диссертационной работы, является возможность применения теории массового обслуживания для моделирования работы преподавателя.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ работы преподавателя и студента в рамках существующих процессов.
2. Произвести аналитическое моделирование работы преподавателя при защите студентами выполненных заданий.
3. Разработать методику взаимодействия преподавателя и студента при выполнении последними индивидуальных заданий.
4. Используя составленную методику, выполнить имитационное моделирование работы преподавателя и студента.
5. На основе облачных технологий разработать программное средство поддержки взаимодействия преподавателя и студента.

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики

Работа выполнялась в соответствии с научно-техническим заданием и планом работ кафедры «Программное обеспечение информационных технологий» по теме «Разработка моделей, методов, алгоритмов, повышающих показатели проектирования, внедрения и эксплуатации программных средств

для перспективных платформ обработки информации, решения интеллектуальных задач, работы с большими массивами данных и внедрение в современные обучающие комплексы» (ГБ № 16-2004, № ГР 20163588, научный руководитель НИР – Н. В. Лапицкая).

Личный вклад соискателя

Результаты, приведенные в диссертации: анализ существующих процессов, составление аналитической и имитационной моделей, разработка методики и программного средства, – получены соискателем лично.

Публикация результатов диссертации

По теме работы было опубликовано 5 печатных работ. Среди них одна работы была опубликована на международной научно-методической конференции, посвященной дистанционному обучению; цель публикации – показать возможность моделирования работы преподавателя с помощью теории массового обслуживания. Три работы опубликованы в виде тезисов в материалах 53-й, 54-й и 55-й научных конференциях аспирантов, магистрантов и студентов, проводимых в БГУИР.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложений. В первой главе приведен обзор использованных методов моделирования. Вторая глава посвящена анализу работы преподавателей и студентов в процессе обучения. Также в данной главе приводится аналитическое моделирование работы преподавателя. В третьей главе приводится описание методики взаимодействия преподавателя и студента. Проверка данной методики, а также аналитического расчета, осуществляется с помощью имитационного моделирования. На основании сформулированной методики осуществляется разработка требований к программному средству поддержки взаимодействия участников учебного процесса. В четвертой главе осуществляется проектирование, конструирование и тестирование разработанного программного средства.

Общий объем работы составляет 75 страниц, из которых основного текста 59 страниц, 15 рисунков, 10 таблиц, список использованных источников из 37 наименований и 4 приложения на 12 страницах.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** определена предметная область, указано основное направление исследования, показана актуальность темы диссертационной работы, дана общая характеристика исследуемых вопросов, обозначена

практическая ценность, сформулированы цели и задачи исследования.

В данной работе рассматривается система, элементами которой являются преподаватель и студенты. Функционирование данной системы заключается в выполнении студентами индивидуальных заданий и проверку их преподавателем.

Одной из задач исследования является моделирование данной системы. Поэтому в **первой главе** представлен обзор существующих подходов к моделированию, классификация видов моделирования по различным критериям, методики осуществления моделирования. Здесь же обосновывается выбор методов и подходов, применяемых в данной работе.

Системный подход пригоден для анализа сложных систем современного мира. Он заключается в рассмотрении системы как погруженной в некоторую среду, состоящую из совместно функционирующих элементов, причем в основе лежит некоторая определенная цель. Системный подход выбран для анализа рассматриваемой системы. Средой для нее является учреждение высшего образования. Правила и ограничения функционирования данной системы устанавливаются различными правовыми документами. В число ее элементов входят преподаватель, студенты, а также выполняемые индивидуальные задания. Целью их работы, а также данной системы в целом является выполнение учебного плана по дисциплине.

Задачи, поставленные для достижения цели данной диссертации, включают аналитический и имитационный виды моделирования, относящиеся к классу мысленных математических моделей. Работа преподавателя формализуется с помощью математических соотношений. Их проверка будет выполнена с помощью имитационного моделирования. Затем полученные соотношения будут использованы при разработке программного средства. Использование участниками процесса обучения программного средства можно рассматривать как натуральный эксперимент. В его ходе фиксируются некоторые данные, которые затем могут быть использованы для расчета характеристик эффективности и прогнозных параметров работы.

Среди типовых схем моделирования выбрана непрерывно-стохастическая схема (Q-модель), поскольку работа рассматриваемой системы обладает свойством случайности и осуществляется в непрерывном времени. Применение данной схемы позволяет использовать математический аппарат теории массового обслуживания. Зная параметры обслуживающего прибора, накопителя, а также значения интенсивностей потока поступления заявок в систему и потока их обслуживания, можно аналитически определить следующие характеристики эффективности функционирования:

- абсолютную пропускную способность – среднее число заявок, обслуживаемое в единицу времени;
- относительную пропускную способность – вероятность успешной обработки заявки, средняя доля обслуженных заявок;
- вероятность неуспешной обработки заявки (отказа);
- среднее число заявок в системе;

- среднее число заявок в очереди;
- среднее время пребывания заявки в системе;
- среднее время пребывания заявки в очереди;
- среднее число занятых каналов.

Во **второй главе** производится анализ работы преподавателя и студента при выполнении индивидуальных заданий и проверке выполненных работ. На основании проведенного анализа осуществляется аналитическое моделирование системы «преподаватель-студенты».

Данная система представляется в виде системы массового обслуживания (СМО). Преподаватель выступает в роли канала обслуживания. Работы студентов являются заявками. Они поступают в накопитель, где ожидают освобождения занятого обслуживающего прибора. В нотации Кендалла данная СМО имеет обозначение

$$M/M/1/\infty. \quad (1)$$

Выходной поток формируется из потоков успешной проверки (μ_1) и отправки на доработку (μ_2). Входной поток является комбинацией впервые приходящих студентов (λ_1) и студентов, отправленных на доработку заданий. Схема данной модели приведена на рисунке 1.

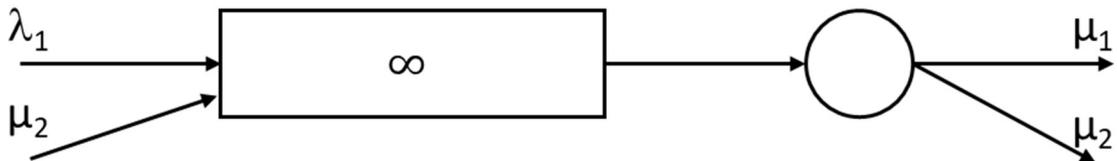


Рисунок 1 – Схема модели приема работ преподавателем

Для определения характеристик эффективности составлена и решена система уравнений вероятностей состояний данной системы в стационарном режиме. Полученные значения использованы для составления аналитических зависимостей, выражающих характеристики эффективности через интенсивности потоков СМО.

Отдельной задачей является получение значений данных интенсивностей. Для этого в **третьей главе** формулируется методика взаимодействия преподавателя и студента при выполнении и защите индивидуальных заданий. Данная методика, будучи поддержанной программным средством, позволяет собрать данные, необходимые для применения аналитической модели в работе участников учебного процесса.

Для проверки аналитической модели разработано программное средство, осуществляющее имитационное моделирование работы преподавателя и студента с различными дисциплинами обслуживания. Для заданных параметров работы получены следующие результаты:

- Значения характеристик эффективности, полученные аналитическим и имитационным способом, являются схожими. Расхождения объясняются

ограниченным числом заданий и занятий по дисциплине, в то время как в аналитической модели предполагается стационарный режим работы.

– Выявлен набор событий, время совершения которых необходимо фиксировать для расчета интенсивностей потоков.

Используя результаты моделирования, разрабатывается набор требований для программного средства поддержки методики взаимодействия преподавателя и студента при выполнении индивидуальных заданий. Данный набор включает бизнес-требования (цели, которые будут достигнуты с помощью ПС), пользовательские требования (задачи, которые смогут выполнять пользователи с помощью ПС), функциональные требования (описание поведения ПС при выполнении пользователями своих задач) и нефункциональные требования (описание иных характеристик, которым должно соответствовать ПС в процессе работы).

Бизнес-требования определяют концепцию и границы программного

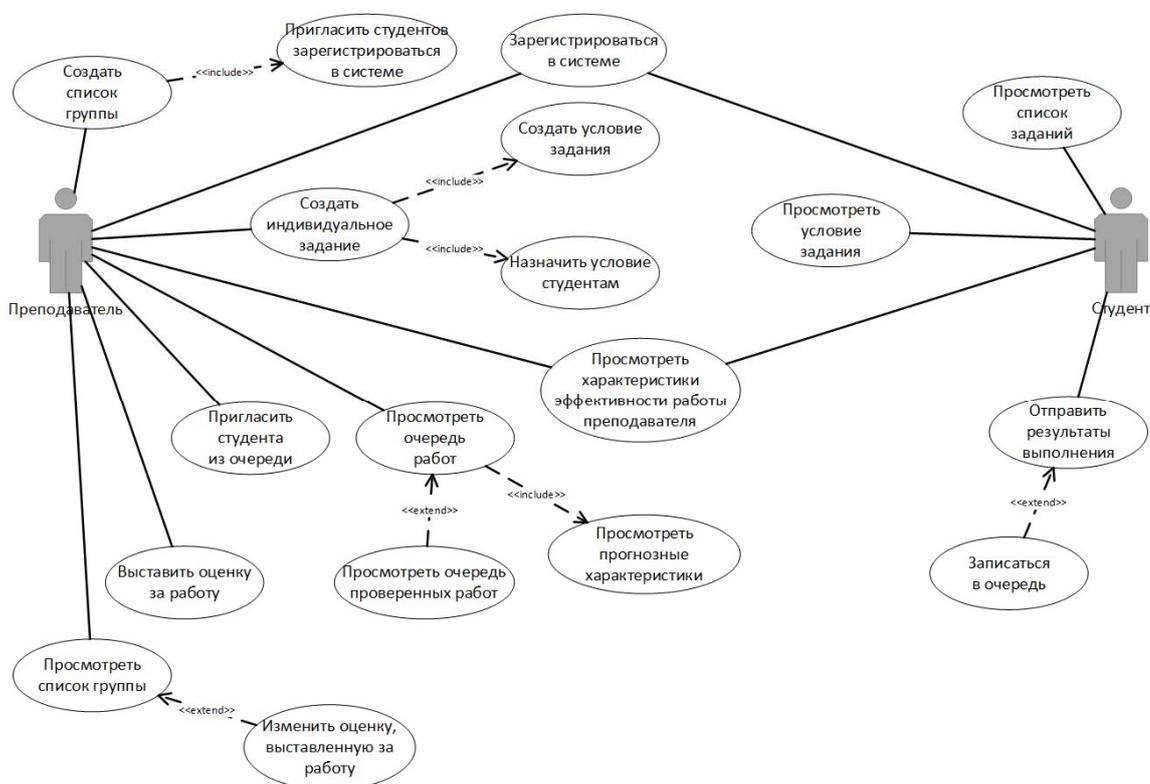


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования ПС

средства. Пользовательские требования описаны с помощью диаграммы вариантов использования, приведенной на рисунке 2, а также набора пользовательских историй. При их составлении использовался подход разработки через поведение и Gherkin-нотация.

На основании составленного набора требований в **четвертой** главе приводится описание проектирования и конструирования программного средства на основе облачных технологий.

Программное средство представляет собой веб-приложение, доступ к нему осуществляется с помощью браузера. Выбор данной целевой платформы

позволяет выполнить требования высокой доступности программного средства. В проектируемом ПС можно выделить три компонента: клиентская, серверная часть, база данных.

Схема базы данных на инфологическом уровне, позволяющая зафиксировать данные, необходимые для применения аналитической модели, приведена на рисунке 3.

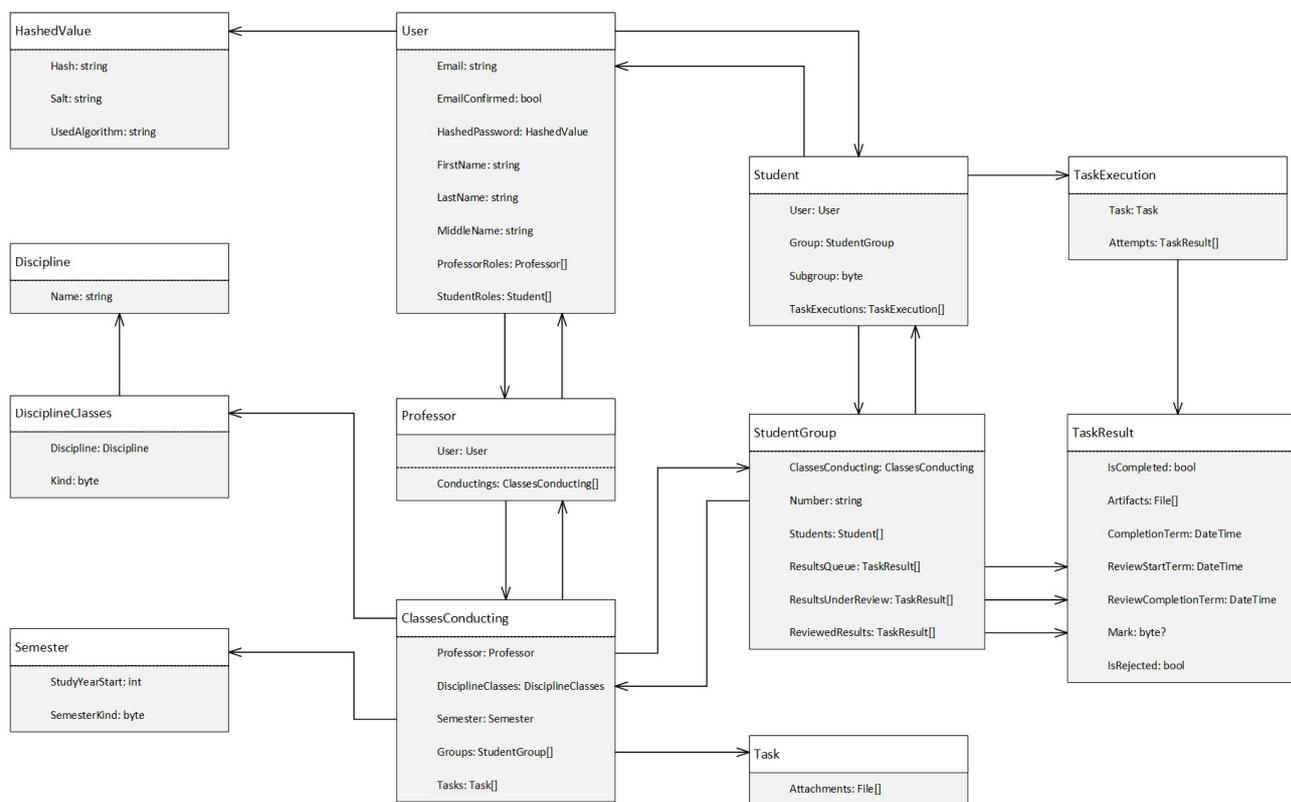


Рисунок 3 – Инфологическая модель предметной области

Приводится описание программного интерфейса серверной части ПС. Набор методов данного интерфейса разработан с использованием практик REST с помощью технологии ASP.NET Core и языка программирования C#.

Клиентская часть ПС сконструирована в виде одностраничного веб-приложения с использованием библиотеки React и языка программирования TypeScript. Для обеспечения согласованности таблиц стилей используется подход ВЕМ.

Рассматривается вопрос развертывания частей программного средства. Для клиентской части ПС необходимо обеспечить доставку артефактов приложения пользователям для отображения с помощью браузера, что решается с помощью NGINX HTTP-сервера. Серверная же часть представляет собой постоянно работающее ASP .Net Core приложение, оно развертывается с помощью сервера Kestrel, в качестве обратного прокси, решающего задачи шифрования запросов, ограничения прямого доступа к серверу базы данных, также выступают сервер NGINX. Развертывание базы данных осуществляется таким же способом. Данная конфигурация позволяет развернуть программное средство в любом облаке: Azure от Microsoft, AWS от Amazon и другие. В

настоящее время для развертывания применяется собственный сервер. Необходимость его переноса и развертывания у облачного провайдера может появиться в процессе работы для повышения общей производительности системы.

Тестирование программного средства осуществляется с помощью методики пирамиды тестирования. Все части программного средства покрываются модульными тестами. Работа модулей серверной части ПС в связке друг с другом проверяется набором компонентных тестов. Работа всего программного средства проверяется набором интеграционных тестов. Они составлены на основе разработанных требований, для их описания также используется Gherkin-нотация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

В данной диссертации рассмотрен процесс работы преподавателя и студента при выполнении и защите индивидуальных заданий. Данные участники учебного процесса являются элементами системы «преподаватель-студент», цель функционирования которой состоит в выполнении учебного плана по дисциплине.

С использованием системного подхода был проведен анализ данной системы. Составлена модель работы преподавателя как системы массового обслуживания. Для аналитической модели была применена типовая непрерывно-стохастическая схема математического моделирования. Входными параметрами для нее являются интенсивности поступления заявок и их обслуживания. С ее помощью можно рассчитать такие характеристики эффективности, как вероятность отправки работы на доработку, относительную пропускную способность, абсолютную пропускную способность, среднее время пребывания и среднее число работ в очереди преподавателя.

Предложена методика взаимодействия преподавателя и студента при выполнении индивидуальных заданий. При использовании данной методики достигаются следующие результаты:

- ускоряется выдача заданий;
- появляется возможность проверки результатов выполнения заданий преподавателем в удобное время;
- автоматизируется формирование очереди студентов для защиты работ;
- повышается удобство ведения списков и ведомостей студентов.

Программное средство, с помощью которого участники учебного процесса получают возможность использовать разработанную методику, рассчитывает значения интенсивностей потоков выполнения и проверки работ, что позволяет применить аналитическую модель в реальной работе. Рассчитываемые значения характеристик эффективности используются для формирования рекомендаций для преподавателя по управлению учебным процессом.

Для проверки аналитической модели составлено программное средство имитационной модели. В нем эмулируется работа участников учебного процесса, следующих разработанной методике. С помощью данной модели проведено экспериментальное исследование для различных дисциплин работы преподавателя. Среди результатов можно выделить следующие:

- сходимости значений характеристик эффективности аналитической и имитационной модели при некоторых допущениях;
- уменьшение средней длины очереди и снижение времени пребывания студентов в очереди при использовании преподавателем такой дисциплины обслуживания, когда он проверяет работы в удобное для себя время.

Принятыми в исследовании допущениями являются следующие:

- сравнение имитационной и аналитической модели производилось на том периоде семестра, когда большинство студентов уже приступило, но еще не закончило выполнение заданий;
- предполагается, что потоки поступления работ в очередь, а также их проверки обладают показательным распределением.

Был сделан вывод о возможности применения составленной методики в учебном процессе.

На основании составленных моделей и разработанной методики составлены требования к программному средству поддержки взаимодействия участников учебного процесса при выполнении индивидуальных заданий. Используя данные требования, разработана архитектура программного средства со следующими функциями:

- создание заданий преподавателем и назначение их студентам;
 - формирование очереди работ для проверки и защиты;
 - расчет характеристик эффективности и прогнозных показателей;
 - ведение ведомостей отметок студентов за выполнение работ.
- Для выполнения требований высокой доступности и возможности запуска ПС без установки дополнительного ПО, для конструирования были применены облачные технологии. Программное средство является веб-приложением, доступ к нему осуществляется с помощью браузера через интернет. Рассмотрен вопрос развертывания ПС. В настоящее время для этого применяется собственный сервер. Необходимость переноса ПС и его развертывания у одного из облачных провайдеров будет выяснена в процессе опытной эксплуатации. Тестирование ПС производилось с помощью набора модульных, компонентных и интеграционных тестов.

Для расчета характеристик эффективности и прогнозных показателей используется разработанная аналитическая модель, входными параметрами для которой служат моменты времени поступления работ в очередь и завершения проверки, регистрируемые программным средством.

Рекомендации по практическому использованию результатов

Разработанная методика и программное средство могут быть

использованы преподавателями, ведущими практические, лабораторные и другие занятия, в рамках которых предусмотрено выполнение индивидуальных заданий студентами.

Данная методика применима как к очной защите, так и заочной проверке работ. Характеристики эффективности и прогнозные показатели могут быть использованы преподавателем для планирования работы, а также распределения нагрузки в семестре.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Шульга, Е. С. Автоматизация задач участников учебного процесса / Е. С. Шульга // Компьютерные системы и сети: материалы 53-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов (Минск, 2 – 6 мая 2017 г.). – Минск: БГУИР, 2017. – С. 133 – 134.

2. Шульга, Е. С. Модель приёма преподавателем работ студентов на основе системы массового обслуживания / Е. С. Шульга, К. А. Сурков // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы X международной научно-методической конференции (Минск, 7 - 8 декабря 2017 года). – Минск: БГУИР, 2017. – С. 145 - 146.

3. Шульга, Е. С. Применение информационных технологий в учебном процессе высших учебных заведений / Е. С. Шульга // Компьютерные системы и сети: материалы 54-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 23 – 27 апреля 2018 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2018. – С. 126 – 127.

4. Шульга, Е. С. Методика создания возобновляемых рабочих процессов в автоматизированных системах / Е. С. Шульга, Д. С. Филипук, К. А. Сурков // Информационные технологии и системы 2018 (ИТС 2018) = Information Technologies and Systems 2018 (ITS 2018) : материалы международной научной конференции, Минск, 25 октября 2018 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол. : Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2018. – С. 262 - 263.

5. Шульга, Е. С. Применение теории массового обслуживания в натурном эксперименте / Е. С. Шульга // 55-я юбилейная конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 22-26 апреля 2019 г., БГУИР, Минск, Беларусь: тезисы докладов. – Мн. – 2019. – С. 171 – 172.