

Н.А. Северцев¹, О.В. Яковлев¹, М.А. Захарова², Н.А. Фортунова², И.С. Решетов²
(¹Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН, ²ЕГУ им. И.А. Бунина
e-mail: olexvl@yandex.ru)

ФОРМИРОВАНИЕ У МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ НАУЧНЫХ ВЗГЛЯДОВ НА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Проведён анализ результатов работы школы-семинара молодых учёных по проблемам системной безопасности.

Ключевые слова: системная безопасность, математическое моделирование, устойчивость, принятие решений, синтез систем управления.

N.A. Severtsev, O.V. Yakovlev, M.A. Zakharova, N.A. Fortunova, I.S. Reshetov
**FORMATION OF YOUNG SCIENTISTS SCIENTIFIC VIEWS
ON THE FUNDAMENTAL PROBLEMS OF SYSTEM SAFETY**

The analysis of the results of school-seminar of young scientists on system security was carried out.

Key words: system safety, mathematical modeling, stability, decision making, control system synthesis.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 2 ноября 2015 г.

Одним из важных результатов деятельности молодых учёных Академии Государственной противопожарной службы МЧС России в 2014-2015 гг. явилось их активное участие в работе школы-семинара "Фундаментальные проблемы системной безопасности". Молодые учёные Академии представили более 20 докладов, которые были обсуждены на проводимых круглых столах. По результатам обсуждения и дискуссий материалы докладов опубликованы в двух сборниках трудов школы-семинара, входящих в РИНЦ (Российский индекс научного цитирования).

Актуальность тематики школы-семинара продиктована потребностями времени: во всех сферах государственной деятельности и социальной жизни общества исключительное внимание уделяется проблемам обеспечения безопасности. Интенсивно развиваются такие её направления, как экономическое, экологическое, техносферное, продовольственное, оборонное, энергетическое, транспортное и др.

На школе-семинаре в рамках мастер-классов и круглых столов обсуждались общие проблемы системной безопасности, информационные и наукоёмкие технологии в различных областях деятельности. Сообщения ведущих учёных в области системной безопасности были посвящены современным достижениям в таких научных направлениях, как системный анализ, исследование операций, теория информации, теория устойчивости, теория вероятностей, математическое и ситуационное моделирование и др.

Развитие науки в современном мире предполагает повышение качества подготовки научно-профессиональных кадров, способных и во время обучения в вузе, в аспирантуре, и в рамках выполнения профессиональной деятельности самостоятельно решать серьёзные научные задачи, владеть передовыми идеями теории и практики управления социальными и производственными процессами в условиях рыночной экономики. Поэтому именно в учебном заведении важно привить будущим профессионалам интерес к научным исследованиям, приучить их уже на этом этапе мыслить самостоятельно.

В современной науке получают развитие научные исследования, выполненные на стыке наук. Это во многом объясняется тем, что при всей сложности и многообразии современного мира многоплановость и комплексность играют все более весомую роль [1].

Школа-семинар молодых учёных "Фундаментальные проблемы системной безопасности" в 2014-2015 гг. проводилась на базе Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 14-38-10211 "Проект организации школы-семинара молодых учёных "Фундаментальные проблемы системной безопасности"). Руководитель проекта – член диссертационного совета Д2015.002.01 Академии ГПС МЧС России, зав. сектором проблем безопасности и устойчивости Вычислительного центра им. А.А. Дородницына Российской академии наук д.т.н., с.н.с. О.В. Яковлев).

Предпосылками проведения школы-семинара послужили рекомендации V Международной научной конференции "Фундаментальные проблемы системной безопасности", активное участие в которой принимали молодые учёные из образовательных и научных организаций России и зарубежных стран, в том числе и из Академии противопожарной защиты.

В решении конференции отмечалось, что молодые учёные нашей страны уделяют самое пристальное внимание проблемам безопасности в различных сферах деятельности нашего государства и общества. Была также выражена уверенность, что молодые учёные внесут достойный вклад в укрепление обороноспособности, повышение безопасности государства, общества и каждого гражданина нашей страны.

В ходе организации работы школы-семинара были обозначена цель – определение основных направлений формализации научно-прикладных проблем, связанных с обеспечением безопасности систем и объектов широкого класса – и задачи школы:

- формирование у молодых учёных научных взглядов на фундаментальные проблемы системной безопасности;
- развитие навыков исследовательской работы в области управления безопасностью сложных технических систем.

Следует отметить, что если в XX веке целенаправленная деятельность была направлена, в основном, на достижение максимальной эффективности (при этом количественные оценки показателей достижения целей начали применяться после 50-х г.г.), то в XXI веке – в условиях роста народонаселения

и развивающимся дефиците всех ресурсов – достижение высокой эффективности необходимо сопровождать соответствующим анализом риска и безопасности. Интересы Человека приобретают первостепенное значение. На смену парадигмы "обеспечение максимальной эффективности" приходит "обеспечение необходимого уровня риска и безопасности человека при достижении достаточно высокой эффективности". Выполнение новой парадигмы возможно только на основе количественных оценок риска и безопасности жизнедеятельности.

Основные проблемные вопросы и положения теории системной безопасности обсуждались участниками школы-семинара на следующих круглых столах:

1. Актуальные проблемы системной безопасности и пути их решения.
2. Теоретические основы системной безопасности.
3. Введение в техногенную безопасность.
4. Управление риском природных катастроф.

В рамках работы первых двух круглых столов проблема обеспечения безопасности обсуждалась как одна из приоритетных в настоящее время, так как она тесно связана с проектированием современных изделий, представляющих сложные технические объекты и обеспечением требуемых тактико-технических характеристик изделий.

Выступления молодых учёных в большей степени были посвящены созданию адекватных математических моделей, описывающих поведение и состояние конструкций и их отдельных элементов в процессе их производства, испытаний, транспортировки, хранения и эксплуатации.

Для определения безопасных маршрутов движения людей при пожаре разработана соответствующая математическая модель (на примере торгово-развлекательного центра). Для оценки предложенной математической модели проведено компьютерное моделирование процесса эвакуации на научно-исследовательской платформе *JuPedSim*. Результаты проведённой оценки показали, что применение предложенной математической модели, за счёт равномерного распределения людей к эвакуационным выходам и недопущения образования скоплений людей высокой плотности, позволяет уменьшить время эвакуации примерно на 60 % (или в 2,7 раза). Разработана компьютерная программа для определения направлений безопасной эвакуации людей при пожаре в программно-математическом комплексе *MatLab* на которую было получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (№ 2014613143). [2]

Математическое моделирование в обеспечении безопасности объектов и человека используется уже достаточно широко. Например, известна классическая интегральная математическая модель пожара, представленная системой обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих изменение среднеобъёмных параметров состояния газовой среды в помещении в процессе развития пожара.

С вступлением в силу Федерального закона 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" для выполнения расчётов пожарного риска возникла необходимость в разработке инструментария, позволяющего прогнозировать развитие пожара в здании и определять время блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара. В настоящее время в Уральском институте ГПС МЧС России ведётся работа по повышению эффективности такого расчёта за счёт использования технологий параллельных вычислений на графических процессорах (GPGPU). GPGPU (англ. General-purpose graphics processing units) – техника использования графического процессора видеокарты, позволяющая выполнять расчёты для общих вычислений, не связанных с компьютерной графикой.

В результате проделанной работы был создан расчётный модуль, выполняющий часть вычислений балансовых уравнений с использованием графического процессора. Разработка модуля велась в среде *Microsoft Visual Studio Express 2010*, и так как она отличается от среды, в которой создавалась основная программа (*BorlandC++ Builder*), данный модуль был выполнен в виде отдельной подключаемой *dll*-библиотеки. [3] Первые тесты производительности показали, что технология AMP действительно позволяет сократить время вычислений.

Анализ конструктивных особенностей современных изделий и их составных частей показывает, что большинство из них предоставляет собой гетерогенные структуры, сочетающие в себе материалы с различными физико-механическими свойствами, обеспечивающими требуемую надёжность и безопасность изделия в заданных режимах эксплуатации. Для исследования процессов, происходящих в структурах этих изделий под действиями внешних факторов, необходима разработка математических моделей и комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов, позволяющих адекватно описывать процессы и их напряжённо-деформированное состояние на всех этапах жизненного цикла. При этом желательно, чтобы эти модели и комплексы программ обладали свойствами формализации, что позволяло бы применять их к широкому кругу конструктивных элементов и конструкций в целом. [4]

Практически все прикладные задачи управления безопасностью сложных систем отличаются крайней сложностью их моделирования. В особенности это относится к таким задачам, как задачи обеспечения энергетической безопасности, экологической безопасности, социальной безопасности и т.п., модели которых отличаются крайне низким уровнем формализации. Во многих случаях единственным средством здесь является статистическое моделирование,

осуществляемое по экспериментальным данным или по некоторым аппроксимирующим моделям посредством их зондирования. В данной ситуации процесс построения слабоформализованных моделей может быть эффективно реализован с помощью нейросетей. Нейросеть рассматривается здесь как специальным образом построенная базисная функция и тем самым нейросеть может рассматриваться как специальный базис в статистическом синтезе. Очевидно, что построение вариационного ряда в нейросетевом базисе имеет свои особенности. В первую очередь это связано с тем, что вариационный ряд строится на базе одной нейросети, но каждый отдельный член этого ряда определяется нейросетью с индивидуальными входными данными и своей конкретной структурной настройкой. В качестве примера настройки нейросети может быть рассмотрена задача восстановления аэродинамических характеристик летательного аппарата. [5]

В обеспечении безопасности важно не только предотвращение рисков и катастроф, но и анализ их последствий, например, анализ статистики, связанной с авиационными инцидентами и происшествиями, произошедшими в результате использования незаданной *взлётно-посадочной полосы (ВПП)*. Актуальность данной проблемы подтверждается авиационной катастрофой произошедшей 21 октября 2014 года в аэропорту "Внуково-3".

Все случаи использования незаданной ВПП связаны с ошибками экипажей, персонала организации воздушного движения, а также с особенностями элементов лётного поля аэродрома.

Молодые исследователи отмечают, что ошибки экипажа при определении назначенной ВПП возникают на этапе восприятия визуальной информации вследствие:

- наличия нескольких параллельно расположенных ВПП и РД, имеющих практически одинаковые (или схожие) размеры по длине и ширине, либо если РД или строящаяся ВПП имеет ширину, большую по сравнению с рабочей ВПП;
- лучшей (по сравнению с назначенной ВПП) контрастности других ВПП и магистральной рулежной дорожки (МРД);
- непросматриваемой маркировкой рабочей ВПП или отсутствия предупреждающих знаков на нерабочей ВПП;
- отсутствия идентификации рабочей (назначенной) ВПП для посадки при помощи огней подхода, боковых огней или системы визуальной индикации глиссады (Precision Approach Path Indicator – PAPI);
- прекращения комплексного использования средств навигации при установлении визуального контакта с аэродромом. [6]

Исследование Ибадулла С.И. [7] посвящено решению задачи синтеза управления мобильным роботом. Для данного вида решения задачи был разработан метод вариационного генетического программирования. В генетическом программировании символьная запись математического выражения представляет собой бесскобочную строку символов. Каждый символ соответствует некоторой операции или функции. Все функции характеризуется определённым количеством аргументов. А функции без аргументов являются переменными или параметрами.

Исследование Шмалько Е.Ю. посвящено решению задачи управления и координации движения группой роботов, состоящей в том, что группа автономных роботов, имея общее рабочее пространство, выполняет совместную цель, избегая при этом столкновений друг с другом [8].

На круглых столах "Введение в техногенную безопасность" и "Управлением риском природных катастроф" обсуждались вопросы, касающиеся методов повышения техногенной безопасности, которые состоят в нормативно обоснованном принятии конструктивных, технологических и эксплуатационных решений для указанных стадий жизненного цикла, в декларировании и поддержании безопасности на требуемом уровне, в обеспечении контроля, диагностики и мониторинга состояния технических систем с учётом повреждающих и поражающих факторов.

Исходя из анализа представленных докладов и выступлений с обсуждением докладов и сообщений на проведённых круглых столах школы-семинара, можно сделать предварительные выводы о достаточно высоком уровне их соответствия перечню актуальных проблем в сфере обеспечения системной безопасности.

На проводимых круглых столах во время работы школы-семинара молодых учёных состоялся обмен мнениями по широкому кругу вопросов системной безопасности между ведущими учёными нашей страны и молодыми учёными. В рамках проведённых лекций, круглых столов и семинаров формировалось представление молодых учёных о системной безопасности, которое в дальнейшем станет основой для их научного мировоззрения.

Участники школы-семинара с удовлетворением отмечают высокий научный уровень проведённого мероприятия, дискуссионный характер ведения заседаний и высокую активность участников в обсуждении поднятых в выступлениях проблемных вопросов.

Организаторы школы-семинара надеются, что результаты научно-исследовательской работы аспирантов, адъюнктов, магистрантов, студентов найдут отражение в их выпускных квалификационных работах, диссертационных исследованиях, новых учебных курсах, лекциях и практических (семинарских) занятиях. Целенаправленное выполнение научных исследований в научных сообществах молодых учёных способствует формированию всесторонне развитой личности профессионала, учёного.

Литература

1. **Бецков А.В., Северцев Н.А.** Системный анализ теории безопасности. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2009.
2. **Шихалев Д.В., Хабибулин Р.Ш.** Поддержка принятия решений по управлению эвакуацией людей при пожаре // Фундаментальные проблемы системной безопасности: материалы школы-семинара молодых учёных. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2014. 263 с. С. 202-206.
3. **Субачев С.В., Субачева А.А.** Повышение эффективности интегральной математической модели пожара с использованием технологии параллельных вычислений // Фундаментальные проблемы системной безопасности: материалы школы-семинара молодых учёных. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2014. 263 с. С. 59-62.
4. **Хади О.Ш., Литвинов А.Н.** Моделирование состояния гетерогенных структур технических систем для повышения безопасности в процессе их жизненного цикла // Фундаментальные проблемы системной безопасности: материалы школы-семинара молодых учёных. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2014. 263 с. С. 68-75.
5. **Балык В.М., Балык Е.В.** Нейросетевое моделирование слабоформализованных задач обеспечения безопасности сложных систем // Фундаментальные проблемы системной безопасности: материалы школы-семинара молодых учёных. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2014. 263 с. С. 7-13.
6. **Селимов И.С., Онуфриенко А.В.** Анализ последствий использования воздушным судном незаданной взлётно-посадочной полосы // Фундаментальные проблемы системной безопасности: материалы школы-семинара молодых учёных. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2014. 263 с. С. 51-60.
7. **Ибадулла С.И.** Применение метода вариационного генетического программирования для синтеза управления мобильным роботом // Фундаментальные проблемы системной безопасности: материалы школы-семинара молодых учёных. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2014. 263 с. С. 88-93.
8. **Шмалько Е.Ю.** Синтез управления в задаче координации безопасного движения группой роботов // Фундаментальные проблемы системной безопасности: материалы школы-семинара молодых учёных. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2014. 263 с. С. 124-129.