Создание на математико-механическом факультете СПбГУ научно-образовательного ИТ-кластера на базе современной фундаментальной математики

Г.А.Леонов1, А.Н.Терехов2, Б.А.Новиков3,

Е.А.Крук4, В.М.Нестеров5

1член-корреспондент РАН, лауреат государственной премии СССР, профессор, заведующий кафедрой прикладной кибернетики математико-механического факультета СПбГУ, g.leonov@spbu.ru,
2доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой системного программирования математико-механического факультета СПбГУ, генеральный директор ИТ-компании ООО “Ланит-Терком”, a.terekhov@spbu.ru

3доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики математико-механического факультета СПбГУ, b.novikov@spbu.ru

4доктор технических наук, профессор кафедры информационно-аналитических систем математико-механического факультета СПбГУ, проректор по научной и инновационной деятельности, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» ekrouk@vu.spb.ru,

5доктор физико-математических наук, профессор кафедры информационно-аналитических систем математико-механического факультета СПбГУ,

 генеральный директор ИТ-компании ”Центр разработок Dell Technologies”, vyacheslav.nesterov@dell.com

**Введение**

 Президентом Российской Федерации В.В. Путиным были определены стратегические важные технологии [1], которые определяют настоящее и будущее развития России и ее место в современном мире. Среди таких технологий ключевую и универсальную роль играют информационные технологии, а в их развитии важнейшей проблемой является подготовка высококвалифицированных кадров. Поэтому создание на математико-механическом факультете СПбГУ научно-образовательного кластера в области информационных технологий на базе современной фундаментальной математики является стратегически важным шагом в направлении, указанном Президентом РФ.

**1. Настоящее и будущее ИТ индустрии в РФ**

 Согласно ежегодным исследованиям, проводимым некоммерческим партнерством «РУССОФТ», в последние годы изменение курса национальной валюты негативно сказалось на объеме российского ИТ-рынка, выраженного в долларах, но при переводе в рубли (а зарплаты, налоги, аренды компании платят именно в рублях) рынок продолжает пусть медленно, но расти. При этом, несмотря на общий негативный фон в зарубежных СМИ, в международных рейтингах Россия в целом и российские ИТ-компании повышали свои позиции. Девальвация национальной валюты оказалась тем фактором, который помог российским компаниям стать более конкурентоспособными на глобальном рынке разработки программного обеспечения. Благоприятные условия для заказной разработки программного обеспечения отражаются, например, в позициях российских городов в рейтинге The Top 100 Outsourcing Cities 2016 года есть сразу 4 российских города (37 место – Санкт-Петербург, 60 – Нижний Новгород, 64 – Москва, а также Новосибирск, который в прошлом году попадал только во вторую сотню рейтинга). Неудивительно, что объем экспорта программного обеспечения постоянно растет, начиная с 2002 года, в 2016 году он составил около 7 миллиардов долларов. Если говорить не только об экспорте, то в России достаточно много крупных ИТ-компаний, например в исследовании РУССОФТ выделено 65 компаний, суммарный оборот которых превышает 6 миллиардов долларов, в этой группе особенно выделяются три лидера - 1С, Kaspersky Lab и Luxoft, чья капитализация (это не то же самое, что выручка!) превышает 1 миллиард долларов. Отметим, что в период кризиса ни одна из крупных российских ИТ-компания не пересматривала уровень зарплат сотрудников в сторону снижения. Приведем средний уровень зарплат в городах – крупнейших российских ИТ Центрах:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Город | Август 2014 | Август 2015 | Август 2016 |
| Москва | 82000 | 87000 | 97000 |
| Санкт-Петербург | 64000 | 74000 | 85000 |
| Новосибирск | 52000 | 59000 | 65000 |
| Нижний Новгород | 47000 | 48000 | 59000 |

Несмотря на такой высокий уровень зарплат в индустрии наблюдается острый дефицит квалифицированных кадров, и если во многих российских городах рынок труда в ИТ-отрасли замедлил темпы роста, то в Петербурге, традиционно он наиболее оживлен. Так, в Санкт-Петербурге практически все компании нанимают на работу новых сотрудников, высокий показатель мобильности кадров и наибольший процент работающих выпускников. Отчасти это связано с тем, что петербургские вузы в целом и математико-механический факультет СПбГУ в частности сумели адаптироваться к изменяющимся условиях и готовят кадры, которые востребованы в крупных ИТ-компаниях.

 Роль качественного высшего образования в сфере ИТ несомненно сохранится и в будущем, когда промышленные предприятия столкнутся с проблемами интеграции производственных процессов по вертикали (от разработки продуктов до логистики их доставки до конечного потребителя и обслуживания), что приведет к развитию различных технологий: устройств слежения и контроля за ходом производства, аутентификации пользователей с различными правами доступа, комплексного планирования, унифицированных платформ обработки данных и так далее. Кроме того, горизонтальная интеграция потребует в первую очередь новых технологий безопасной передачи данных, технологий дополненной и виртуальной реальности и так далее. Не останутся в стороне и специалисты, обладающие компетенциями в области обработки больших данных. Сейчас кроме термина Интернет вещей, описывающего взаимодействие между собой устройств в потребительском сегменте, наблюдается бурное развитие цифровых технологий в современной индустрии. Недалек тот час, когда в реальной действительности машины будут производить другие машины, продукты и услуги, заточенные под каждого конкретного пользователя. Для обслуживания таких производств (в последнее время стало принято называть эту концепцию Индустрия 4.0) понадобятся специалисты совершенно другой квалификации, нежели сейчас готовят многие вузы. Именно люди становятся ключевым фактором успеха цифровой трансформации, поэтому выпускники ИТ-специальностей должны обладать не только навыками, достаточными для работы по современным стандартам, но и уметь быстро адаптироваться к изменениями в индустрии.

**2. История создания научно-образовательного ИТ кластера**

 В начале 90-х годов с появлением новых направлений ИТ, например, глобальных сетей (интернет), мощных компьютеров, больших баз данных, новых общих и специализированных языков и платформ программирования перед промышленностью и образованием были поставлены новые, жизненно важные вызовы. Необходимо было отвечать на эти вызовы и создавать новые направления в подготовке ИТ-специалистов высокого уровня.

 Для решения этой проблемы на математико-механическом факультете СПбГУ был создан научно-образовательный ИТ-кластер.

Известны попытки создания таких кластеров «в чистом поле» (примеры: Сколково, Иннополис), где основная ставка делалась на огромные инвестиции и приглашение известных зарубежных ученых. У нас же такое cоздание было осуществлено на прочном фундаменте петербургской школы развития прикладных исследований на математико-механическом факультете в 70-80 годы. Структурные, организационные и кадровые решения принимались здесь целенаправленно и постепенно в течение последних 20 лет.

 Остановимся подробнее на упомянутом выше фундаменте.

1. Математический фундамент. В математике можно выделить несколько разделов, напрямую касающихся информационных технологий – это разделы, изучающие непрерывность, дискретность и конечность. Причем часть разделов (например, математическая статистика, являющаяся сегодня базой методов обработки Больших Данных) применяются опосредованно, а некоторые (скажем, построение эффективных алгоритмов, исследование операций, теоретическая и прикладная кибернетика) – непосредственно [2].

В то же время, глубокое изучение более отвлеченных фундаментальных разделов математики, таких как алгебра, функциональный анализ или топология, имеет не менее важное значение для подготовки высококвалифицированных ИТ-специалистов (хотя и не используется напрямую в их повседневной деятельности), поскольку формирует практические навыки работы со сложными формальными конструкциями. Способность эффективно оперировать со сложными понятиями на высоком уровне абстракции отличает специалистов и архитекторов информационных систем, получивших фундаментальное математическое образование, от их более “практически ориентированных” коллег, поскольку позволяет находить тонкие, изящные и нетривиальные решения сложных архитектурных и технических проблем.

Конечно, при подготовке программистов на практических занятиях и при выполненении выпускных квалификационных или курсовых работ от студентов не требуют самостоятельного доказательства сложных математических теорем, но на лекциях большинство существенных теорем доказывается.

 По сути, разработка и реализация алгоритмов, которые позволяли бы решить задачи, сформулированные на языке математики, является одной из главных целей обучения. Здесь стоит вспомнить член-корреспондента РАН С.С. Лаврова, долго руководившего кафедрой Математического обеспечения ЭВМ (именно она явилась основой существующего отделения информатики математико-механического факультета СПбГУ). С.С. Лавров сильно повлиял на преподавание математических дисциплин для обучения программированию.

3. Структура кластера

 Как известно, кафедры – это научно-образовательная основа в структуре классических университетов. Поэтому в составе ИТ-кластера образованы 3 новые кафедры. Это кафедры системного программирования, прикладной кибернетики и информационно-аналитических систем.

 Кафедра системного программирования была создана в 1996 году профессором А.Н. Тереховым.

 Кафедра прикладной кибернетики создана в 2007 году по инициативе возглавившего ее член-корреспондента РАН Г.А. Леонова.

 Кафедра информационно-аналитических систем была создана в 2014 году профессором Б.А. Новиковым.

 Эти кафедры в сотрудничестве с ИТ-компаниями (как российскими, так и зарубежными) представляют собой современный научно-образовательный ИТ-кластер, где обучаются бакалавры, магистры и аспиранты. В общей сложности профессорами этих кафедр подготовлено 5 докторских и более пятидесяти кандидатских диссертаций, 12 PhD диссертаций, защищено более 500 магистерских диссертаций и дипломных работ. Кафедрами совместно с ведущими ИТ-компаниями были заключены договора о сотрудничестве и созданы три совместные научно-образовательные лаборатории, ежегодно проводится дополнительное обучение студентов в рамках студенческих проектов и летних школ. Важно отметить, что работы в рамках студенческих проектов и летние школы проходят на мат-мехе, на любые занятия, проводимые сотрудниками ИТ предприятий, может прийти любой преподаватель или студент. Это в корне отличает наш подход от традиционных базовых кафедр, когда предприятие отбирает нужных ему студентов и все занятия проводит на своей территории. Образование проходит на высоком научно-образовательном уровне, поскольку лидеры этого образования являются международно признанными специалистами в областях компьютерной архитектуры, программной инженерии, больших баз данных, защиты информации, теории управления.

 Уже много лет на математико-механическом факультете существует Центр одаренных программистов, где под руководством первого российского чемпиона мира по программированию Андрея Лопатина готовятся команды СПбГУ, участвующие в различных международных олимпиадах по программированию и информатике. В 2000 команда СПбГУ под руководством преподавателя кафедры системного программирования Н.Н. Вояковской стала первым российским чемпионом мира по программированию. Впоследствии Н.Н.Вояковская была награждена за эти успехи государственной наградой “Орден Почета”.

Результаты участия команд СПбГУ, подготовленных в Центре одаренных программистов, в групповых чемпионатах мира ACM ICPC (напомним, что каждый студент может принять участие не более, чем в 2 чемпионатах мира) говорят сами за себя:

|  |  |
| --- | --- |
| Год проведения финала | Результат |
| 1997 | 8 место, бронзовые медали |
| 1998 | 2 место, золотые медали |
| 1999 | 9 место, бронзовые медали |
| 2000 | 1 место, чемпионы |
| 2001 | 1 место, чемпионы |
| 2006 | 6 место, серебряные медали |
| 2008 | 11 место, бронзовые медали |
| 2009 | 3 место, золотые медали |
| 2010 | 9 место, серебряные медали |
| 2011 | 4 место, золотые медали, чемпионы Европы |
| 2013 | 5 место, серебряные медали |
| 2014 | 1 место, чемпионы |
| 2016 | 1 место, чемпионы |

 Силами кафедр, входящих в научно-образовательный ИТ-кластер, ежегодно проводится Всероссийская научная конференция по проблемам информатики СПИСОК (Системное Программирование, Интеллектуальные Системы, Обеспечение Качества). Конференция проводится в конце учебного года, в предотчётный период и поэтому является очень удобной площадкой для подведения итогов работы исследовательских групп, для апробации результатов, репетиции защит, составления планов подготовки статей и летних научных школ.

[Программный комитет](http://spisok.math.spbu.ru/2017/o10.asp) конференции состоит исключительно из руководителей [секций-семинаров](http://spisok.math.spbu.ru/2017/o6.asp). Они самостоятельно отбирают [тезисы докладов](http://spisok.math.spbu.ru/2017/o8.asp) для своих секций, организуют их рецензирование, а после завершения конференции дают рекомендации на включение тезисов наиболее успешных докладов в [сборник материалов](http://spisok.math.spbu.ru/2017/o15.asp).

Пленарные заседания и круглые столы выделены в самостоятельную конференцию – [Лавровские чтения](http://spisok.math.spbu.ru/lavrov/), где выступают известные учёные, которые в своих докладах показывают, как развивается информатика сегодня, на каком могучем фундаменте строится современное здание этой науки в России и какие серьёзные перспективы открываются в этой области у молодых российских исследователей.

Многие выпускники кластера достигли замечательных успехов в своей профессиональной деятельности, например:

* Игорь Рубенович Агамирзян много лет был директором Российской Венчурной Компании, в настоящее время работает Первым проректором ВШЭ;
* Владимир Владимирович Парфенов - Вице-Президент компании Parametric (г. Бостон) - крупнейшего производителя CAD/CAM/CAE/PLM систем.
* Максим Геннадьевич Шафиров - генеральный директор всемирно известной компании по разработке программных инструментов JetBrains.
* Андрей Андреевич Терехов - директор департамента Open-Source проектов Microsoft Юго-Восточная Азия
* Андрей Филев - основатель и генеральный директор крупной компании Wrike

**4. Описание кафедр**

**Кафедра системного программирования СПбГУ** была образована в 1996 году. С момента образования и по сегодняшний день кафедру возглавляет доктор физ-мат наук, профессор **Андрей Николаевич Терехов**, ранее возглавлявший одноименную лабораторию на математико-механическом факультете. В лаборатории системного программирования было решено множество важных задач современного прикладного программирования, в частности, разработка первых в СССР трансляторов с языков Ада и Алгол 68, графических технологий проектирования, нашедших широкое применение в промышленности, оригинальных архитектур ЭВМ, в том числе повышенной надежности, гражданских и военных телефонных станций. Успехи лаборатории в решении практических наукоемких задач определили подход к обучению и основные направления деятельности кафедры, которыми традиционно руководит А.Н.Терехов, он многолетний член ACM и IEEE, член редколлегий журналов из списка ВАК “Программная инженерия” и “Компьютерные инструменты в образовании” и программных комитетов многих российских и международных конференций.

Еще одним направлением работ кафедры руководит доктор физико-математических наук, профессор **Олег Николаевич Граничин**, который широко известен многочисленными научными работами и учениками в области стохастического программирования и мультиагентных технологий. О.Н. Граничин автор пяти научных монографий и нескольких учебных пособий, имеет [патент на изобретение](http://www.math.spbu.ru/user/gran/patent.pdf) и три свидетельства о регистрации программ для ЭВМ Его статьи опубликованы в ведущих международных научных журналах, среди которых  IEEE Transactions on Automatic Control, Journal of Informetrics, Expert Systems With Applications, Автоматика и телемеханика, Проблемы передачи информации и др. В 2015 году в издательстве Шпрингер вышла его монография с соавторами «[Randomized Algorithms in Automatic Control and Data Mining](file:///C%3A/Oleg/website/ContentsBookGrSpr.pdf)». Среди его научных интересов мультиагентное адаптивное управление, интеллектуальные встроенные системы, кластеризация (data mining), общие вопросы теории вычислений, адаптивное и оптимальное управление, рандомизированные алгоритмы многомерного оценивания и оптимизации, идентификация систем, обучающиеся системы, квантовые компьютеры. Он неоднократно выступал с  докладами на ежегодных крупнейших конференциях IEEE Conference on Decision and Control (CDC) и American Control Conference (ACC). На конференции ACC-2012 его совместный доклад с аспирантом Константином Амелиным «[Randomized controls for linear plants and confidence regions for parameters under external arbitrary noise](file:///C%3A/Oleg/website/papers/0276ACC.pdf)» был удостоен номинации в разделе лучших аспирантских работ, что является уникальным фактом в истории российской науки в области автоматического управления.

Граничин О.Н. член редколлегии журнала «Автоматика и телемеханика», ассоциированный редактор IEEE Control System Society Conference Editorial Board,  член технического комитета IFAC TC 1.1. “Modelling, Identification and Signal Processing”, исполнительный редактор журнала "Cybernetics and Physics", ответственный редактор научного журнала «Стохастическая оптимизация в информатике», член Санкт-Петербургского математического общества, Академии навигации и управления движением, Senior member of IEEE, member of American Mathematical Society.

# Многие преподаватели кафедры системного программирования по совместительству работают в промышленных компаниях по разработке программного обеспечения, что позволяет им “держать руку на пульсе” ИТ технологий и преподавать студентам не учебные истины, а самые современные подходы, реальную практику ИТ индустрии.

# Заведующий кафедрой А.Н.Терехов является сооснователем и генеральным директором крупной ИТ компании ООО “ЛАНИТ-ТЕРКОМ”, занимающейся заказной разработкой программного обеспечения. Кроме того, он руководит малым инновационным предприятием ООО “ИТ центр СПбГУ”, созданным по закону ФЗ-217 при участии СПбГУ, был одним из основателей и первым председателем Правления некоммерческого партнерства РУССОФТ, член Научного Совета по информатизации Санкт-Петербурга. В 2005 году Андрей Николаевич был награжден медалью ордена “За заслуги перед Отечеством” II степени “за заслуги в научной и педагогической деятельности и большой вклад в подготовку высококвалифицированных специалистов”.

**Дмитрий Владимирович Кознов,** профессор, защитил докторскую диссертацию в 2016 году. Сейчас занимается научной и педагогической деятельностью, является членом редакционной коллегии ежегодного издания [Системное программирование](http://www.sysprog.info/), а также членом программного комитета [International Conference on Knowledge Management and Information Sharing (KMIS) 2010](http://www.kmis.ic3k.org/) и членом организационного комитета CAV 2013. Дмитрий Владимирович занимается различными исследовательскими проектами, находящимися на стыке науки, индустрии и образования, а также междисциплинарными и международными проектами и исследованиями.

**Дмитрий Юрьевич Булычев**, доцент, окончил школу №384 в 1987 году, преподает на кафедре системного программирования математико-механического факультета СПбГУ с момента ее создания в 1999 году. В 2004-м защитил диссертацию на соискание степени кандидата физико-математических наук («Прототипирование встроенных систем на основе описания макроархитектуры», руководитель лаборатории языковых инструментов JetBrains Research.

**Константин Юрьевич Романовский**, доцент, окончил гимназию №7 в городе Переславль-Залесский в 1996 году, руководит проектами в компании SwissMed.

**Сергей Сергеевич Сысоев**, доцент, окончил Физико-математическую школу №239 в 1997 году, сейчас читает следующие курсы: "Квантовые вычисления", "Разработка интернет-приложений", "ТРИЗ в ИТ". Квантовым вычислениям была посвящена глава в его кандидатской диссертации. Сысоев С.С. регулярно выступает на Саммите ТРИЗ, имеет диплом специалиста ТРИЗ 3-го уровня, выданный Международной Ассоциацией ТРИЗ. Руководство компанией, разрабатывающей программное обеспечение для автоматизации бизнес-процессов, позволяет ему быть в курсе новых течений в области разработки ПО.

**Тимофей Александрович Брыксин**, доцент, окончил школу №13, г. Чапаевск, Самарской области в 2002, в 2016 году защитил диссертацию на соискание степени кандидата технических наук. Руководит компании ООО «Мобильные технологии».

**Юрий Викторович Литвинов**, доцент, окончил Физико-математическую школу №239 в 2002 году, в 2016 году защитил диссертацию на соискание степени кандидата технических наук, имеет десятилетный опыт работы в компаниях по разработке программного обеспечения.

**Илья Геннадьевич Зеленчук**, старший преподаватель, окончил школу №22 города Екатеринбург в 1999 году. Много лет руководил командой, участвующей в соревнованиях по компьютерной безопасности. В данный момент возглавляет компанию ООО «Джем»

**Юрий Александрович Губанов**, старший преподаватель, закончил Физико-математический интернат №45 (сейчас Академическая гимназия) в 1995 году. Основатель и генеральный директор компании BelkaSoft, специализирующейся в области компьютерной криминалистики.

**Марат Халимович Немешев**, старший преподаватель, закончил лицей №1 в городе Конотоп в 1999 году, получил два высших образования - математическое и экономическое, в данный момент читает на кафедре курсы, связанные с экономикой и социально-правовыми вопросами иметт 15-летний опыт работы в ИТ-индустрии.

Кафедрой накоплен значительный опыт подготовки высококлассных специалистов. В основе подготовки лежит неуклонное следование международным образовательным стандартам, но не меньшую роль в научно-практической подготовке играет традиционное участие студентов кафедры в студенческих научных проектах и летних школах. Кроме того, студенты по желанию проходят стажировку в ведущих ИТ-компаниях Санкт-Петербурга, и уже начиная с 2-го курса, они принимают участие в исследовательской работе кафедры системного программирования, малом инновационном предприятии «ИТ-Центр СПбГУ» и исследовательских лабораторий крупнейших производителей программного обеспечения. Как пример, выпусниками кафедры создано 5 компаний-резидентов Сколково.

В ходе учебного процесса студенты получают опыт работы с системами управления базами данных, программирования в средах современных операционных систем, участвуют в разработке сетевых протоколов, компиляторов, операционных систем реального времени, систем информационной безопасности, технологий программирования роботов, создания мобильных приложений и проектирования заказных кристаллов Как результат, [выпускники кафедры](http://se.math.spbu.ru/SE/alumni) всегда востребованы на рынке ИТ–специалистов, в том числе, за рубежом.

Преподавателями кафедры являются 3 профессора, 6 кандидатов наук и 16 преподавателей-практиков. В 2016 году защищены 1 докторская и 3 кандидатских диссертации.

**Кафедра информационно-аналитических систем СПбГУ** - одна из самых молодых кафедр на математико-механическом факультете. Сотрудники кафедры работают в очень широкой и активно развивающейся области методов хранения, поиска, обработки и анализа информации, которая, в частности, включает: традиционные и нетрадиционные системы управления базами данных, проектирование баз данных и настройка приложений баз данных, системы хранения данных и структуры хранения, логический анализ данных (data mining), информационный поиск, извлечение информации, распределенные системы поиска и анализа информации. Интеграцию в международное исследовательское сообщество можно проиллюстрировать организацией наиболее престижных международных конференций International Conference on Data Engineering в 2016 году и объединенной конференции Extending Data Base Technologies / International Conference on Database Theory в 2009 году, регулярными приглашениями в программные комитеты десятков конференций и журналов, а также публикациями сотрудников кафедры. Руководит кафедрой доктор физ-мат наук, профессор **Борис Асенович Новиков.**

 Новым направлением в развитии кафедры информационно-аналитических систем становится прикладная криптография. Этот важнейший раздел технологий защиты информации претерпел существенные изменения в конце XX столетия. Появление и развитие вычислительных сетей, глобальных сетей связи, в которых невозможно организовать передачу только по «закрытым каналам», потребовало создания совершенно нового раздела криптографии – «криптографии с открытым ключом». Криптография всегда была фактически разделом математики, но развитие криптографии с открытым ключом предопределило необходимость развития новых разделов математики, привлечения существенно более разнообразного математического аппарата, чем это предполагалось классической защитой информации. Более того, криптография с открытым ключом продолжает бурно развиваться, практика ставит в ее рамках все новые задачи, такие, например, как задачи легкой криптографии (для защиты информации в сетях, использующих вычислительные устройства ограниченной вычислительной мощности), постквантовая криптография (криптографические системы, устойчивые к использованию квантовых компьютеров), скрытные вычисления (для облачных систем). Решение указанных задач требует привлечения глубоких математических теорий и подготовки специалистов нового типа, одинаково хорошо разбирающихся, как в современных разделах алгебры, комбинаторики, теории алгоритмов, так и в методах и технологиях защиты информации. Учитывая выше сказанное, по инициативе профессора Г.А. Леонова на кафедре информационно-аналитических систем под руководством профессора **Евгения Аврамовича Крука** начали проводиться исследования в области постквантовой криптографии. Следует отметить, что эти исследования вызвали интерес классических математиков. В частности в них принимает участие зав. кафедрой алгебры мат-меха профессор Сергей Владимирович Востоков. Естественно, эти исследования нашли отражение в учебных программах магистратуры кластера ИТ.

Значительная часть исследовательских проектов кафедры информационно-аналитических систем, выполняется по заказам промышленных предприятий. Это относится как к работам сотрудников кафедры, так и к студенческим проектам, выполняемым в рамках курсовых и выпускных квалификационных работ. Большую роль в запуске магистерской программы по математическому обеспечению ЭВМ сыграла поддержка компании Яндекс, сотрудники которой участвовали в подготовке ряда специальных дисциплин, что обеспечило их современность и высокий уровень. Необходимо подчеркнуть, что для решения задач анализа данных, в том числе Больших Данных, требуется, наряду с навыками в области информационных технологий, глубокое знание математических оснований. Поэтому готовить таких профессионалов значительно труднее, а востребованность их даже выше, чем потребность в специалистах по информационным технологиям, поскольку они могут работать и в других отраслях промышленности.

В составе кафедры работают опытные преподаватели, в том числе профессора Е.А. Крук и В.М. Нестеров, доцент Н.Г. Графеева, имеющая огромный опыт работы в промышленных проектах, блестящий преподаватель доцент Е.Г. Михайлова. Актуальность тематики и высокие достижения привлекают молодых исследователей. Старший преподаватель Г.А. Чернышев, закончивший Аничков лицей в 2002 году и мат-мех в 2007 году, дважды оказывался финалистом конкурса научно-исследовательских проектов, проводимого ACM SIGMOD – сообществом исследователей, занимающихся методами хранения и обработки данных, а также методами организации информации. В отличие от широко известных соревнований по программированию, упомянутых выше, этот конкурс предполагает выполнение заданий в течение нескольких месяцев и обычно эти проекты завершаются получением полноценных исследовательских результатов. Одним из результатов совместной лаборатории с компанией JetBrains стала защита кандидатской диссертации Семеном Владиславовичем Григорьевым, закончившим школу № 419 Санкт-Петербурга (в Петергофе) в 2006 году и математико-механический факультет в 2011 году и недавно избранным на должность доцента. Следует отметить также защиты диссертаций А.С. Ярыгиной, которая окончила гимназию в Великом Новгороде в 2006 году и математико-механический факультет в 2011 году, и А.В. Григорьевой, выпускницей школы № 6 г. Кириши Ленинградской области в 2004 года и математико-механического факультета 2009 года. Обе эти защиты состоялись в 2016 году.

# **Кафедра прикладной кибернетики** была организована в 2006 году лауреатом Государственной премии СССР, членом-корреспондентом РАН **Геннадием Алексеевичем Леоновым**.

Основное направление подготовки на кафедре связано с изучением динамики сложных кибернетических систем: от вывода адекватных математических моделей, проведения их качественного и количественного анализа, до разработки специализированного программного обеспечения, используемого для управления и моделирования [3,4]. Поэтому одним из базовых принципов кафедры с момента ее создания является сочетание фундаментального математического образования с уровнем подготовки студентов в области информационных технологий, не уступающим уровню “чисто программистских” кафедр. В рамках учебных курсов студенты кафедры осваивают несколько языков программирования, прослушивают ряд курсов по фундаментальным ИТ-дисциплинам, связанным с архитектурой информационных систем, базами данных, современными технологиями промышленного программирования. В течение последних 9 лет для студентов третьего года обучения кафедра организует специальный учебный курс “Введение в промышленное программирование”, который проводят действующие разработчики программного обеспечения - сотрудники крупной промышленной ИТ-компании - партнера кафедры. Курс включает в себя как теоретические занятия, так и практику, и проводится в учебных классах компании. Это позволяет студентам в рамках учебного процесса непосредственно познакомиться с самыми современными технологиями и инфраструктурой, используемыми в промышленной разработке программного обеспечения, и получить практическое представление о менеджменте и управлении бизнес-процессами в ИТ. Кроме того, в процессе прохождения курса студенты усваивают на практике ряд важных надпрофессиональных навыков (soft skills), таких, как правила деловой переписки и коммуникации, навыки командной работы, умение презентовать свои результаты и т.д. Для организации курса “Введение в промышленное программирование” кафедра выделяет отдельный день в расписании занятий.

Результатом такого подхода является ситуация, при которой каждый студент может выбирать направление своей специализации в рамках кафедры - либо сложная прикладная математика, либо информационные технологии. Как показывает опыт, такое естественное разделение происходит в каждом поколении студентов, и на каждой защите дипломов выпускные работы делятся на две большие группы - “математические” и “программистские”. Многие выпускники кафедры после окончания университета успешно продолжают карьеру в области информационных технологий.

Одна из специализаций кафедры связана с анализом и синтезом систем синхронизации, используемых в современных навигационных системах, телекоммуникациях и компьютерных архитектурах. В 90-х годах в компьютерных архитектурах стали широко применяться специальные системы автоматического управления системы фазовой автоподстройки (phase locked loops). Эти устройства применялись для ускорения работы тактовых генераторов (clock boost), синхронизации работы процессоров в суперкомпьютерах и обработки информационных потоков многопроцессорных системах. В настоящее время такие устройства и их модификации являются также основной частью различных синтезаторов частот в современных компьютерах и служат для передачи цифровой информации со спутников в системах GPS и ГЛОНАСС. На кафедре прикладной кибернетики созданы и развиваются математические методы анализа и синтеза описанных выше систем, получены патенты с описанием новых классов устройств синхронизации, разработаны и читаются новые курсы по архитектуре информационных систем, содержащих такие устройства.

Для развития теории технических устройств фазовой синхронизации потребовалось создание и развитие новых методов в различных областях современной математики: в метрической теории размерности, теории бифуркаций, в теории дифференциальных, разностных, интегральных и интегро-дифференциальных уравнений. В настоящее время для проведения исследований современных систем фазовой синхронизации коллектив кафедры сотрудничает с известным инженером из Швейцарии Роландом Бестом (Roland Best, основатель компании Best Engineering, автор бестселлера по системам фазовой синхронизации, выдержавшего 6 переизданий) и известным инженером из Италии Джованни Бианчи (Giovanni Bianchi, инженер компании Advantest Europe GmbH, автор нескольких монографий по моделированию систем фазовой синхронизации).

Важными приложениями являются военные задачи, связанные с аппаратно-программными комплексами навигации и управления. В 2014 году Г.А. Леонов был приглашен для организации регулярной конференции “УПРАВЛЕНИЕ В МОРСКИХ И АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ” в рамках всероссийской мультиконференции по проблемам управления и совместно с начальником Военно-морской академии адмиралом флота, командующим Северным флотом РФ (2007-2011) Н.М. Максимовым и капитаном первого ранга В.В. Поповичем представил пленарный доклад “Система управления ВМФ, основанная на знание-центрическом подходе”, где были представлены основные концепции разработки и применения аппаратно-программного комплекса для принятия решений на Военно-морском флоте РФ

Состав кафедры прикладной кибернетики.

**Геннадий Алексеевич Леонов** (заведующий кафедрой), лауреат Государственной премии СССР, член-корреспондент Российской Академии наук, в настоящее время декан математико-механического факультета СПбГУ, лауреат премии РАН им. А.А.Андронова (2011), премии Правительства Санкт-Петербурга и Санкт-Петербургского центра РАН им. П.Л. Чебышева (2015).

**Райтманн Фолькер** защитил диссертацию на степень Doctor of Science в 1987 году, работал профессором в Дрезденском техническом университете и научным сотрудников в институте Макса Планка. В 2007 году при поддержке DAAD (Deutsche Akademische Austauschdienst) стал профессором кафедры прикладной кибернетики.

**Селеджи Свтелана Михайловна** старший преподаватель, автор и руководитель программы переподготовки по специальности «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем».

**Кузнецов Николай Владимирович** (заместитель заведующего кафедрой - ученый секретарь) в 1996 г. окончил Физико-математический лицей №239 и поступил на отделение прикладнйо математики и информатики математико-механического факультета. В 2004 г. защитил кандидатскую диссертацию в СПбГУ, в 2008 г. защитил Ph.D. диссертацию в University of Jyväskylä (Финляндия), в 2016 г. докторскую диссертацию в СПбГУ. В настоящее время Visiting Professor в University of Jyväskylä, координатор совместной научно-образовательной программы факультета Информационных технологий University of Jyväskylä и Математико-механического факультета СПбГУ. В 2016 году получил Russian Highly Cited Researchers Award (Thomson Reuters) как один из самых высокоцитируемых российских ученых в области математики.

**Киселева Мария Алексеевна** в 1999 г. закончила физико-математический лицей №30 и поступил на отделение прикладной математики и информатики математико-механического факультета. В 2012 г. защитила кандидатскую диссертацию в СПбГУ, в 2013 г. защитила диссертацию на степень Ph.D. SPbSU (одна из трех первых защит в РФ) и диссертацию на степень Ph.D. в University of Jyväskylä (Финляндия). Стипендиат финской программы Jyväskylä Doctoral Program in Computing and Mathematical Sciences (COMAS), Finnish Doctoral Programme in Computational Sciences FICS (Finland). В настоящее время ведущий научный сотрудник кафедры прикладной кибернетики СПбГУ.

**Кудряшова Елена Владимировна** в 1999 г. закончила Физико-Технический Лицей №1 г. Саратова, в 2009 г. защитила кандидатскую диссертацию в СПбГУ, в том же 2009 г. защитила Ph.D. диссертацию в University of Jyväskylä (Финляндия). Стипендиат финской программы Jyväskylä Doctoral Program in Computing and Mathematical Sciences (COMAS) 2015-16 гг. В настоящее время старший научный сотрудник кафедры прикладной кибернетики СПбГУ.

 **Кузнецова Ольга Александровна** в 2004 г. окончила физико-математический лицей №239, в 2010 г. защитила кандидатскую диссертацию в СПбГУ, в 2011 г. защитила Ph.D. диссертацию в University of Jyväskylä (Финляндия). Стипендиат Правительства Санкт-Петербурга, Finnish Doctoral Programme in Computational Sciences FICS (Finland), лауреат конкурса грантов Президента РФ для молодых ученых. В настоящее время главный научный сотрудник кафедры прикладной кибернетики СПбГУ.

**Александров Константин Дмитриевич** в 2008 г. окончил физико-математический лицей №239, в 2016 г. защитил кандидатскую диссертацию в СПбГУ, в том же 2016 г. защитил Ph.D. диссертацию в University of Jyväskylä (Финляндия). Стипендиат Президента РФ (для обучающихся за рубежом студентов и аспирантов). В настоящее время ведущий научный сотрудник Кафедры прикладной кибернетики СПбГУ.

**Мокаев Тимур Назирович** в 2007 г. окончил физико-математический лицей №239, в 2015 г. защитил кандидатскую диссертацию в СПбГУ, в 2016 г. защитил Ph.D. диссертацию в University of Jyväskylä (Финляндия). Стипендиат финской программы Jyväskylä Doctoral Program in Computing and Mathematical Sciences (COMAS) 2015-16 гг., обладатель стипендии Правительства РФ для аспирантов по приоритетным направлениям 2013-14 гг. В настоящее время ведущий научный сотрудник кафедры прикладной кибернетики СПбГУ.

 **Юлдашев Марат Владимирович** в 2006 г. окончил среднюю школу №42 г. Уфа, в 2013 г. защитил кандидатскую диссертацию в СПбГУ и диссертацию на степень Ph.D. SPbSU (одна из трех первых защит в РФ), диссертацию на степень Ph.D. в University of Jyväskylä (Финляндия). Стипендиат Президента РФ для обучения за рубежом. В настоящее время доцент кафедры прикладной кибернетики СПбГУ.

**Юлдашев Ренат Владимирович** в 2006 г. окончил среднюю школу №42 г. Уфа, в 2013 г. защитил кандидатскую диссертацию в СПбГУ и диссертацию на степень Ph.D. SPbSU (первая защита в РФ -<http://www.math.spbu.ru/user/nk/PDF/2013-First-PhD-SPbSU-Renat-Yuldashev-Supervisors.pdf>), диссертацию на степень Ph.D. в University of Jyväskylä (Финляндия). Стипендиат Президента РФ для обучения за рубежом. В настоящее время доцент кафедры прикладной кибернетики СПбГУ.

Трижды, в 2008, 2014 и 2016 годах, коллектив кафедры признавался Ведущей научной школой России (грант Президента РФ). По заказу Правительства СПб о научной школе Г.А. Леонова и коллективе кафедры прикладной кибернетики снят фильм <https://www.youtube.com/watch?v=yp7RpnPYu7I>.

В 2007 и 2012 молодые сотрудники получали гранты Президента РФ для поддержки молодых российских ученых. Коллектив кафедры принимал участие в международных проектах: NWO–RFBR Dutch-Russian cooperation program (2007-2008, The Netherlands); DST-RFBR Indian-Russian cooperation program, (2016–2017, India); Гранты CONACYT (2008-2012, 2014-2017, Mexico).
 В 2010-2012 коллектив кафедры принимал участие в мегагранте программы Правительства Российской Федерации для развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства (постановление Правительства РФ №218 от 09.04.2010 г.), проект "Разработка программного комплекса для проведения расчетов однофазных и трехфазных многокомпонентных потоков для статических и динамических режимов, связанных с добычей и транспортировкой углеводородного сырья на Арктическом континентальном шельфе" (импортозамещение наукоемких технологий).

В 2014 году коллектив кафедры получил престижный грант РНФ для поддержки ведущих кафедр и лабораторий – один из 13 грантов в области математики, информатики и науках о системах. Для участия в выполнении гранта РНФ привлечен декан факультета информационных технологий Университета Ювяскюля (Jyväskylä University , Finland) профессор Пекка Нейтаанмяки, автор более 20 монографий, и всемирно известный ученый по хаотической и сетевой динамике из Гонконга Гуанронг Чен (Guanrong Chen, IEEE Fellow, Thomson Reuters Highly Cited Researchers in Engineering and Mathematics, h-index = 134).

В 2016 году сотрудники кафедры Г.А Леонов и Н.В. Кузнецов стали самыми высокоцитируемыми российскими учеными в области математики (по данным из Web of Science Core Collection) и получили Russian Highly Cited Researchers Award (Thomson Reuters) [5].

Среди преподавателей кафедры 3 доктора наук и 7 кандидатов наук, 6 из которых к тому же имеют степень PhD University of Jyväskylä (Финляндия), а двое являются первыми обладателями степени PhD СПбГУ.

**5. Следование международным стандартам и международное сотрудничество**

В 2007 году в издательстве ИНТУИТ были опубликованы Рекомендации по преподаванию “Программной инженерии и информатики в университетах” (Computing Curricula: Software Engineering, далее CC:SE) [6]. Одним из редакторов перевода на русский язык выступил профессор А.Н. Терехов.

Одной из отличительных черт документа CC:SE является наличие рекомендаций, позволяющих адаптировать учебные программы для различных условий преподавания. Так, Программная инженерия может преподаваться и на отделении информационных технологий, и в контексте инженерного образования. В CC:SE были приведены примеры, как рекомендации можно адаптировать к сложившимся образовательным системам ряда стран (США, Великобритания, Израиль, Япония, Австралия). Однако, не было шаблона для России. Усилиями членов авторского коллектива была предпринята попытка осуществить такую адаптацию [7]. Традиционно на математико-механическом факультете СПбГУ специалистов в области информационных технологий готовили по специальности 351500 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», которая наследовала основные черты еще более ранней специальности 220400, появившейся еще в середине 1980-х годов (сейчас эта специальность в несколько измененном виде называется 010500 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем»). Одной из главных проблем этой специальности было наличие всего 4-6 часов в неделю, посвященных собственно программированию, что не позволяло в полной мере в рамках специальности выполнить требования CC:SE.

Было принято решение о создание новой специальности, которая получила название 231000 «Программная инженерия» (за основу был взят стандарт подготовки бакалавров и магистров 010400 «Информационные технологии» [8]). Метод, который был использован для такой трансформации, можно разложить на три отдельных этапа:

1. Сокращение учебной нагрузки путем отказа от курсов, не являющихся обязательными в стандарте CC:SE

2. Адаптация базовых курсов стандарта Информационные технологии под требования к соответствующим курсам, прописанным в стандарте CC:SE

3. Анализ вариантов методик преподавания, указанных в CC:SE, для выбора наиболее подходящих практик преподавания в России.

На момент написания статьи, на математико-механическом факультете СПбГУ по программе бакалавриата «Программная инженерия» обучается около 80 студентов. Конкурс для поступления на программу один из самых высоких на факультете и в университете в целом. В 2016 защитили выпускные квалификационные работы первые выпускники этой программы, 100% из них сейчас работают по специальности или продолжают обучение в программах магистратуры.

Сейчас в России 91 вуз готовит специалистов по направлению 09.03.04 “Программная инженерия” [9], причем СПбГУ занимает лидирующие позиции.

В соответствии с международным стандартом Computing Curricula: Computer Science 2001 (CC:CS), переведенным на русский язык (одним из редакторов перевода был преподаватель кафедры системного программирования А.А.Терехов), был создан образовательный стандарт СПбГУ по направлению 010400 «Информационные технологии». В настоящее время опыт научно-образовательной деятельности нашего ИТ-кластера активно распространяется по всем университетам России, где имеются ИТ-образование. Г.А.Леонов - председатель ФУМО по Второй группе специальностей, под его руководством и участии созданы государственные стандарты и образовательные программы по специальностям: "Математика и компьютерные науки", "Фундаментальная информатика" и "Математическое обеспечение и администрирование информационных систем". Многие российские вузы ведут обучение по образовательным стандартам, разработанным в СПбГУ.

В рамках ИТ-кластера активно развивается международное сотрудничество и студентам и аспирантам предоставляется возможность дополнительного обучения и участия в европейских образовательных программах.

В 2007 году по инициативе декана математико-механического факультета СПбГУ Г.А. Леонова и декана факультета информационных технологий University of Jyväskylä (Финляндия) Пекки Нейтаанмяки была организована совместная российско-финская научная-образовательная программа. За 10 лет в рамках программы было защищено 5 диссертаций на степень Master degree и 11 диссертаций на степень Ph.D., трое из участников программы были поддержаны грантами Президента РФ для обучения за рубежом [10]. К участию в программе привлекались такие ученые, как S. Abramovich (США), V. Rasvan (Румыния), A. Zhigljavsky (Англия), I. Zelinka (Чехия), A. Medvedev (Швеция) и другие.

С 2011 года совместно с университетом города Лаппеенранты (Финляндия) проводится ряд студенческих школ по программной инженерии, в 2014-2016 студенты посещали семинары по открытым данным в этом же университете. Также ряд преподавателей из Финляндии прочитали лекции в рамках различных учебных курсов кафедры. В рамках совместных международных исследований с финскими коллегами более 10 студентов защитили выпускные квалификационные работы.

**5. Связь с промышленностью**

Взаимодействие с индустрией играет особую роль в деятельности кафедр, входящих в ИТ-кластер, поскольку задача подготовки и адаптация студентов ИТ-специальностей к последующей профессиональной деятельности в крупных российских и международных ИТ-компаниях является не менее важной стратегической задачей, чем собственно задача обеспечения фундаментального ИТ-образования мирового уровня.

В последние 15 лет была осознана фундаментальная проблема, связанная с подготовкой специалистов в области современного ИТ, заключающаяся в том, что существует фундаментальный разрыв между профилем академической подготовки выпускников университетов и профилем потребностей ИТ-компаний ([4], [11]). Наличие такого разрыва связано с двумя основными факторами. Первый (и самый очевидный) из них связан с высокой динамикой изменений в ИТ-индустрии. Каждый год появляются новые технологии, инструментальные средства, программные и аппаратные платформы, и этот процесс приводит к быстрому изменению того индустриального окружения, в котором предстоит работать выпускникам ИТ-специальностей после окончания обучения. В рамках академической среды и традиционного учебного процесса практически невозможно “угнаться” за всеми последними изменениями в продуктах и технологиях, и в результате студентам приходится, фактически, при поступлении на работу дообучаться, а компаниям-работодателям - тратить дополнительные средства на обучение и специализацию студентов.

Второй существенный фактор связан с отличием “правил игры”, принятых в промышленных компаниях, от привычных стереотипов, с которыми студенты сталкиваются в процессе обучения в университете. Так, обычно учебные задания представляют собой четко поставленные самодостаточные задачи, основной критерий выполнения которых - получение правильного результата. В реальных же проектах, наоборот, часто задачи оказываются поставлены недостаточно четко, требуют для уточнения деталей коммуникации с другими участниками проекта, и условия могут меняться в процессе работы над задачей. Критерием выполнения задачи является не только получение правильного результата, но и то, как был достигнут этот результат, включая качество и стиль написанного программного кода, соблюдение принятых в проекте разнообразных соглашений, документирование решения и т.д. Кроме того, для успешной работы в индустрии, от недавнего выпускника требуется, помимо собственно профессиональной подготовки, владение рядом надпрофессиональных навыков (soft skills), таких, как навыки деловой коммуникации, работы в команде, умение представить результаты своей работы и т.д. Этим навыкам очень сложно обучить студента в рамках академического процесса - для их приобретения требуется погружение в реальную производственную среду.

Пути решения проблемы лежат в выстраивании отношений между кафедрами университета, готовящими ИТ-специалистов, и крупными промышленными ИТ-компаниями, работающими на российском и мировом рынке. В рамках таких отношений возможно организовать процесс “погружения” студентов в приближенную к реальности индустриальную среду, оставаясь при этом в рамках университетского учебного процесса.

Конкретные формы организации такого взаимодействия могут быть различными - как традиционный механизм организации базовых кафедр и совместных лабораторий, так и организация совместных с ИТ-компаниями учебных курсов и интенсивных студенческих практик, проводимых с активным участием действующих разработчиков, менеджеров и специалистов компаний.

Стандарт Software Engineering Curricula 2004 достаточно полон и конструктивен, в нем много внимания уделяется производственной практике, работе над проектами, подчеркиваются также важность и преимущества коллективной работы над дипломным проектом. Но практически невозможно научить составлению недельных отчетов, управлению конфигурацией программного обеспечения, QA (обеспечение качества), работе в команде и т.п. в классе у доски, поэтому была создана следующая система дополнительной производственной подготовки в студенческих проектах:

– во втором семестре второго курса студенты получили возможность принять участие в одном из 10-12 проектов, каждым из которых руководят не менее двух сотрудников индустриального предприятия. Никаких коммерческих результатов не ожидается (но если что-то получится, никто не будет против), организация проектов вполне «взрослая» (планирование, версионный контроль, управление конфигурациями, еженедельные отчеты, QA и т.д.)

– летом после второго курса для лучших студентов организовывается летняя школа (1 месяц по 4 часа в день), причем студенты получают дополнительную стипендию от предприятия, чтобы как-то компенсировать частичную потерю летнего отпуска

– начиная с третьего курса постепенно, по мере появления вакансий предприятия приглашают студентов на стажировку.

Накопленная за 15 лет статистика свидетельствует, что студенты, пришедшие после такой подготовки на ИТ-предприятие, работают на предприятии дольше, быстрее растут профессионально и карьерно. Более того, даже если считать только прямые затраты, оказывается, что находить сотрудников традиционным способом через службу HR (Human Resources) обходится существенно дороже затрат на обучение и привлечение студентов [12]. Дело в том, что нового специалиста нужно еще 1,5-2 месяца дополнительно готовить, вводить в коллектив, отвлекая для этого других сотрудников.

Таким образом, в выигрыше оказываются все:

– студенты, имеющие возможность бесплатно получить дополнительную подготовку, освоить навыки работы в производственном коллективе, изучить новейшие технологии, заранее подыскать себе место работы по душе

– предприятие получает готовых специалистов, хорошо знающих порядки и технологии на предприятии

– университет получает бесплатно опытных руководителей курсовых и дипломных работ и доступ к новейшим актуальным технологиям.

В стенах математико-механического факультета работают несколько совместных лабораторий СПбГУ и промышленных компаний, с которыми университет подписал долгосрочные соглашения о сотрудничестве. Это компании Dell EMC, JetBrains, Макро Групп. Кроме того, кафедры, входящие в кластер, поддерживают тесные связи и с другими компаниями ИТ-отрасли (Digital Design, Ланит-Терком, КиберТех, Новые Мобильные Технологии, Системы Компьютерного Зрения и другие), которые принимают активное участие в дополнительной подготовке студентов, оказывают помощь в оснащении аудиторий факультета современной техникой и программным обеспечением, предоставляют базу для прохождения практик, приглашают известных ученых с мировым именем для прочтения лекций, предоставляют рабочие места для стажировок. Сотрудники этих компаний выступают рецензентами и научными консультантами курсовых и дипломных работ, а также активно участвуют в работе Государственных Аттестационных Комиссий по защите выпускных квалификационных работ.

По отзывам представителей профильных предприятий выпускников математико-механического факультета отличает глубокая математическая подготовка, необходимая в значительном числе проектов по разработке программного обеспечения. Такая подготовка сочетается с достаточно высоким уровнем практических навыков программирования. Весьма важным для компаний, сотрудничающих с факультетом, является заинтересованность администрации СПбГУ во взаимовыгодной кооперации. Например, несколько лет назад, по предложению компании EMC (теперь Dell EMC), генеральным директором Санкт-Петербургского центра разработки которой является профессор кафедры ИАС **Нестеров Вячеслав Михайлович**, на факультете была налажена подготовка специалистов, владеющих технологиями, необходимыми для разработки программного обеспечения в среде Mainframe (руководитель – **Н.Н.Вояковская**). Специфическая технология, обучение которой отсутствует в стандартных учебных программах, оказалась востребованной в промышленности, и на кафедрах научно-образовательного кластера была организована дополнительная подготовка студентов, а также проектная работа, позволяющая выработать необходимые практические навыки.

Как отмечает **В.М. Нестеров**: “Выпускники мат-меха, как правило, привлекаются к участию в проектах, требующих разработки сложных алгоритмов, оценки их вычислительносй сложности, а также к проектированию архитектуры тех программных систем, для которых критическими являются высокая надежность, производительность и экономное использование ресурсов.

В последнее время весьма актуальным является разработка решений в области аналитики больших данных, управления киберфизическими системами, создания современных платформ для финансового сектора и т.п. Все эти области отличает высокая насыщенность сложными математическими алгоритмами. Как раз при разработке такого программного обеспечения выпускникам мат-меха нет равных.”

 Отдельный интерес представляет модель сотрудничества кафедры прикладной кибернетики и американской компании Exigen (ныне - Return On Intelligence), которая насчитывает уже более 10 лет. Сотрудничество с компанией началось в 2007 году и явилось результатом совместной инициативы тогдашнего президента Exigen Алека Милославского и декана математико-механического факультета Г.А.Леонова. Главной стратегической целью этого взаимодействия является подготовка и адаптация студентов ИТ-специальностей к последующей профессиональной деятельности в крупных международных ИТ-компаниях, работающих в области коммерческого бизнес-программирования – одной из наиболее обширных и востребованных в настоящее время частей программной инженерии.

Взаимодействие с компанией Exigen с самого начала строилось на некоммерческой основе – вкладом со стороны компании являлась экспертиза в области современных технологий и методологий разработки программного обеспечения, используемых в индустрии, и знание современной корпоративной культуры, передаваемое студентам в рамках участия специалистов компании в учебном процессе; вкладом факультета является предоставление компании доступа «изнутри» к процессу обучения студентов, позволяющий осуществлять целенаправленный отбор отдельных студентов для последующей индивидуальной работы с ними. Как показывает опыт, такой подход позволяет, оставаясь в рамках университетского образовательного процесса, приблизиться к решению главной проблемы – соответствия профиля подготовки ИТ-специалистов реальным (и быстро меняющимся) потребностям индустрии.

Участие специалистов компании в учебном процессе осуществлялось в следующих формах:

* Чтение специалистами компании учебных курсов для студентов по промышленному программированию и тестированию программного обеспечения;
* Организация практик для студентов в компании;
* Предоставление заинтересованным студентам возможности прохождения углублённой подготовки в рамках внутрифирменного образовательного центра компании;
* Проведение специалистами компании интенсивных тренингов и мастер-классов для заинтересованных студентов и преподавателей факультета, посвящённых углублённому изучению современных промышленных технологий и средств программирования.

За время существования программы через нее прошли несколько сотен студентов СПбГУ; многие из них после окончания университета успешно работают в ИТ-индустрии, занимаясь промышленным бизнес-программированием. Как показывает наш многолетний опыт, ценность прошедших такую подготовку студентов для потенциальных работодателей оказывается намного выше, чем у «обычных» студентов, пытающихся в первый раз устроиться на работу в ИТ-компании.

Лаборатория языковых инструментов JetBrains является совместным проектом кафедры системного программирования и компании JetBrains - одного из мировых лидеров в области производства средств разработки программного обеспечения.

По историческим причинам - двое из основателей компании и текущий CEO Максим Шафиров, а также большое количество разработчиков и руководителей проектов закончили именно мат-мех - между факультетом и JetBrains всегда существовали прочные неформальные связи. В 2012 году эти неформальные связи кристаллизовались в программу поддержки научных исследований в области языков программирования и языковых инструментов. Как отмечает **Максим Шафиров**: “Фундаментальный уровень математической подготовки выпускников математико-механического факультета позволяет не только эффективно решать инженерные задачи в компании JetBrains, но и принимать успешные стратегические продуктовые и управленческие решения, с использованием аналитических навыков.”

 В рамках работы лаборатории JetBrains поддерживает научные исследования студентов и аспирантов, их поездки на конференции, стажировки и школы. Лаборатория издает ежегодный сборник трудов, в который включаются статьи, написанные по результатам выполненных исследований, и проводит еженедельный семинар. За время работы лаборатории по результатам исследований было опубликовано более десятка работ в трудах международных конференций. Студенты, прошедшие подготовку в лаборатории, либо продолжают научную карьеру как аспиранты в СПбГУ и других университетах, либо становятся квалифицированными разработчиками в области языковых инструментов, востребованными в ведущих мировых компаниях, в том числе и JetBrains.

По словам Председателя Совета Директоров Digital Design (Диджитал Дизайн) **Андрея Рюриковича Федорова** “Диплом математико-механического факультета является существенным преимуществом для соискателя работы в группе компаний Диджитал Дизайн. Это связано с хорошей подготовкой выпускников в сфере программирования и высоким уровнем фундаментальных математических знаний. Такая комбинация позволяет молодым специалистам выходить за рамки стандартных решений и служит хорошей средой для рождения инноваций и создания интеллектуальной собственности.

В группе компаний Диджитал Дизайн на сегодняшний день работает более тридцати выпускников Санкт-Петербургского Государственного Университета. Почти все имеют дипломы математико-механического факультета или факультета ПМ-ПУ. Компания активно привлекает студентов к работе в реальных проектах и участвует в формировании учебных заданий.

Востребованность в специалистах в сфере информационных технологий крайне высока и год от года только увеличивается. Компаниям не хватает того количества хорошо подготовленных специалистов, которых выпускают несколько ведущих вузов города, и эта проблема негативно сказывается на развитии индустрии в целом. Но, в любом случае, выпускники мат-меха являются одними из самых лучших, и Диджитал Дизайн с большим удовольствием принимает их на работу.”

**6. Настоящие и будущие возможности ИТ-кластера**

В настоящее время ИТ-кластер является мощным научно-образовательным центром, который охватывает практически все важные направления цифровых технологий.

Мы готовы решить задачи, поставленные в Послании Президента Российской Федерации В.В. Путина по дальнейшему развитию ИТ-образования. Это заключается в том, что мы готовы быть базовым центром ФУМО по Второй группе специальностей: "Математика и компьютерные науки", "Фундаментальная информатика" и "Математическое обеспечение и администрирование информационных систем", а также по специальности "Программная инженерия". Мы готовы способствовать повышению квалификации преподавателей университетов России по этим направлениям в виде краткосрочных и долгосрочных стажировок и методического обеспечения учебных процессов.

Мы также готовы существенно расширить подготовку специалистов высокого уровня по указанным выше направлениям. Особенно важно в настоящее время открытие подготовки по перечисленным выше направлениям не только в бакалавриате, но и в магистратуре и аспирантуре. Необходимость в этом – дефицит специалистов на рынке труда в Санкт-Петербурге и России.

Таким образом, описанный в настоящей статье образовательный ИТ-кластер соответствует самым высоким требованиям, предъявляемым руководством России. Он имеет высокую конкурентную способность на мировом рынке ИТ-образования, ИТ-науки и ИТ-технологий. Это подтверждается тем, что в 2013 году заявка “ИТ-кластер математико-механического факультета СПбГУ” стала победителем (1 из 19) конкурса Министерства связи и массовых коммуникаций РФ и Министерства образования и науки РФ на создание **центров прорывных исследований в области информационных технологий** [13].

**Список используемой литературы**

[1] <http://kremlin.ru/events/president/news/53379>

[2] Н.К.Косовский, Г.А.Леонов, А.Н.Терехов, "Роль математического образования в подготовке специалистов по информационным технологиям", Труды Санкт-Петербургского научного форума "Наука и общество. Информационные технологии")

[3] С.М. Абрамович, К.Д. Александров, В.А. Костин, Н.В. Кузнецов, Г.А. Леонов, В.В. Оносовский, С.М. Селеджи, [Обучение разработке и использованию программных продуктов: об общих аспектах образовательной подготовки математиков и учителей](http://www.math.spbu.ru/diffjournal/pdf/leonov_4.pdf), Дифференциальные Уравнения и Процессы Управления, 2, 2016, 135-150

[4] Leonov G.A., Kiyaev V.I., Kuznetsov N.V., Onosovsky V.V., Seledzhi, S.M., Computers and software engineering: Developing new models for educating mathematicians, in book ***Computers in Education***. Volume 2, **Nova Science Publishers**, 2012 (ISBN: 978-1-62100-623-7), pp. 157-169

[5] Санкт-Петербургский научный центр РАН. Вручение наград 14 высокоцитируемым ученым России <http://www.spbrc.nw.ru/ru/info/910>

[6] «Рекомендации по преподаванию программной инженерии в университетах. Software Engineering 2004» перевод на русский язык под редакцией А.Н.Терехова, А.А.Терехова, В.Л.Павлова, ИНТУИТ, Москва, 2007, 170 стр.

[7] А.Н.Терехов, А.А. Терехов, “Computing Curricula: Software Engineering и российское образование”, «Открытые системы», №8, 2006

[8] В.А.Сухомлин, "ИТ-образование: концепция, Образовательные стандарты, Процесс стандартизации", Москва, Горячая линия –Телеком, 2005 год

[9] [http://vuzoteka.ru/вузы/Программная-инженерия-09-03-04](http://vuzoteka.ru/%D0%B2%D1%83%D0%B7%D1%8B/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D0%B8%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%8F-09-03-04)

 [10] 10 years of collaboration between University of Jyväskylä and Saint-Petersburg State University <https://www.jyu.fi/it/en/news/kuznetsov>

[11] Abramovich S., Kuznetsov N.V., Kuznetsov S.V., Leonov G.A., Onosovsky V.V., Seledzhi S.M. Learning to Develop and use Software Products: Some Common Aspects of Educational Preparation of Mathematicians and Schoolteachers, 3rd World Conference on Information Technology (WCIT-2012), Vol 03 (2013), pp. 44-52

[12] Andrey Terekhov, Karina Terekhova, The Economics of Hiring and Staff Retention for an IT Company in Russia, Proceedings of 4th International Conference SEAFOOD, Springer, 2010

[13] Минкомсвязь России. Победители конкурса на создание центров прорывных исследований в области информационных технологий. 27 ноября 2013 <http://minsvyaz.ru/ru/events/30344/>