



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт автоматки и электрометрии
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИАиЭ СО РАН)

09 ноября 2023 г.

Пресс-релиз

Владимир Зюбин: процесс-ориентированные языки технологического программирования и нейросетевые алгоритмы



Лаборатория киберфизических систем ИАиЭ СО РАН разрабатывает процесс-ориентированные языки технологического программирования и нейросетевые алгоритмы, создаёт средства проектирования реактивных систем. О том, что такое киберфизические системы и что их ждёт в будущем, мы поговорили с заведующим лабораторией и доктором технических наук **Владимиром Зюбиным**.

— **Когда возникла лаборатория киберфизических систем? Насколько сильно изменилось направление лаборатории с момента её появления?**

Киберфизические системы – это, если по-простому, распределённые системы управления. Лаборатория киберфизических систем была образована в конце 2018 года на базе тематической группы 19-1 «Языковые средства проектирования информационно-управляющих систем». Лаборатория изначально создавалась как молодёжная мультидисциплинарная лаборатория. Область интересов лаборатории – комплекс вопросов, связанных с созданием киберфизических систем: философия технических, а вернее, преобразовательных наук, психология программирования, теоретические модели и методы моделирования, языки описания, инструментальные средства, вопросы инженерии требований, верификации и анализа спецификаций. Сегодня лаборатория существует с тесной связью теории и практики, активно привлекает студентов к исследованиям.



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт автоматизации и электрометрии
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИАиЭ СО РАН)

— Что изучают киберфизические системы? Какие основные направления деятельности сегодня существуют в лаборатории?

Киберфизические системы – это вычислительные системы, которые активно взаимодействуют с окружающей средой. Само направление в мировой практике возникло в рамках концепции Индустрии 4.0 (четвёртой промышленной революции), как попытка преодолеть комплекс проблем, с которыми столкнулась классическая теория управления. Сегодня основные направления деятельности лаборатории – разработка процессно-ориентированных подходов к топологически-свободным описаниям алгоритмов распределённого управления, методы динамической и статической верификации (проверка программных продуктов путём проверки кодов), языки спецификации требований, метрики оценки сложности управляющих программ. Также лаборатория интересуется направлениями, известными под именами «машинное обучение», «нейронные сети» и прочее – то есть, статистическими методами моделирования киберфизических систем.

— Когда вы начали работу в ИАиЭ СО РАН? Как именно связали жизнь с лабораторией киберфизических систем? Как стали заведующим лабораторией?

В Институте я работаю с 1987 года, начинал работу в лаборатории Николая Николаевича Карлсона. Лаборатория занималась созданием станков с числовым программным управлением (ЧПУ) совместно с НПО «Север». Результативность лаборатории была потрясающей, ведущие производители достигли нашего уровня только через десять лет. Начало 90-х привело к фактической ликвидации лаборатории. Большинство технологий было утеряно, ушли ведущие разработчики. В это время лаборатория стала сначала отделом Инженерного центра Института. Мы выполняли крупные проекты, среди флагманских – серия НИОКР по автоматизации процесса выращивания монокристаллов кремния по заказу Красноярского машиностроительного завода. Там я ознакомился с культурой промышленных разработок, были практически отработаны наши теоретические предположения относительно принципиально нового подхода к программированию управляющих алгоритмов – процесс-ориентированного программирования. Дальнейшую судьбу нашего коллектива определило появление в Институте Клисторина Ильи Филипповича, доктора наук, профессора, члена-корреспондента Молдавской академии наук, первого Учёного секретаря Института. В частности, И. Ф. Клисторин убедил меня оформить имеющиеся результаты в виде кандидатской диссертации. После успешной защиты кандидатской я получил должность старшего научного сотрудника, а отдел Инженерного центра, которым я руководил, был преобразован в тематическую группу.

— Коротко опишите ваш коллектив. Сколько сотрудников в нём числится, кто и за что отвечает. Приходят ли молодые сотрудники?

У нас молодёжная лаборатория. Минобрнауки требует от молодых мобильности, которую мы стараемся развивать. Много студентов, аспирантов, кто-то из них на стажировке за рубежом. Всего нас около двадцати человек – меняющийся молодёжный состав. Основной костяк отвечает за определённые направления: языки программирования, статический анализ, инженерия требований, дедуктивная верификация управляющих программ, верификация методом проверки моделей, динамическая верификация, инструментальные средства, нейросетевые технологии и машинное обучение. У ведущих сотрудников есть по несколько студентов, которыми они руководят.

— Какие разработки за всё время существования лаборатории можно отнести к наиболее интересным и значимым?

В нашей лаборатории каждый год появляется достойный результат. За последние годы: четырёхкомпонентный метод динамической верификации управляющих программ на виртуальных объектах управления; процесс-ориентированный язык IndustrialC для программирования встраиваемых систем, двухшаговый метод дедуктивной верификации,



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт автоматизации и электрометрии
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИАиЭ СО РАН)**

событийно-темпоральный язык спецификации требований к реактивным системам, язык роST – процесс-ориентированное расширение языка IEC 61131-3 ST для программируемых логических контроллеров и многое другое.

В этом году показаны преимущества использования процесс-ориентированных языков для описания распределённых алгоритмов управления. Говоря простыми словами, если заглянуть под капот современного автомобиля, то обнаружится распределённая система управления, состоящая из нескольких десятков микроконтроллеров. Причём, автомобилем может управлять и один микроконтроллер, быстродействия хватит, но ставят их десятками, потому что такой подход упрощает ремонт, так как уменьшается длина и масса проводов. Программируется каждый из этих контроллеров отдельно, иногда на разных языках. Как результат – сложности с верификацией, недетерминизм поведения, скрытые и труднодиагностируемые ошибки. Мы показали, что наш процессно-ориентированный подход позволяет описывать алгоритм как будто он исполняется на одном микроконтроллере, а потом автоматически разбивает и развёртывает этот алгоритм на распределённой микроконтроллерной системе.

— Есть ли у лаборатории заказчики и партнёры? Кто они? Используют ли разработки лаборатории на реальных предприятиях?

Да, заказчики и партнёры у нас есть. С одной стороны, мы очень продуктивны в теоретическом плане: получаем и активно публикуем фундаментальные результаты, касающиеся основ информационных технологий, и, вроде, этого достаточно. Многие так считают: «Мы занимаемся фундаментальной наукой, отстаньте», «Без нас никуда», «Практика без теории слепа». Мы с этим согласны, практика без теории слепа, но это лишь часть, вырванная из контекста. Полностью фраза звучит так: «Практика без теории слепа, а теория без практики мертва». Так что мы в обязательном порядке проверяем наши теоретические положения практикой. В нашем портфолио крупные проекты по выращиванию монокристаллов кремния, система управления Большим солнечным вакуумным телескопом (Листвянка, Байкал), прецизионная углоизмерительная машина, система контроля радиоэлектронной аппаратуры (Красноярск), микроконтроллерные системы для крупногабаритных весов, система технологической подготовки образцов к измерению их пористости, система вакуумного напыления халькогенидных плёнок (изготовление высокоточных оптических элементов).

— Над чем лаборатория работает сейчас? Насколько это перспективно? В каких сферах деятельности применимо?

В теоретической области наш последний результат – это метод топологически свободного описания распределённых алгоритмов управления. В практической части планируем создать экспериментальный комплекс для отработки режимов анодного оксидирования. Ситуация примерно такая: в электролит помещаем некий предмет-изделие и начинаем пропускать через изделие ток. На поверхности изделия образуется оксидная плёнка. Если предмет сделан из алюминия, то химическая формула оксидной плёнки – Al_2O_3 , а это, как широко известно в узких кругах, корунд, он же сапфир. Вещество с твёрдостью, лишь чуть уступающей алмазу, отличный изолятор. Можно, например, оксидировать алюминиевую ленту, а из ленты потом сделать трансформатор. У такого трансформатора, как показывают эксперименты, эффективность значительно выше классического варианта. Что это означает? То, что трансформатор может быть уменьшен в размерах, может быть легче классического аналога и ему не будет нужна система масляного охлаждения. Или, допустим, мы оксидируем детали двигателя, поршень, цилиндры, а затем их полируем – получается очень гладкая поверхность у деталей. Как показывает практика, двигатели из таких деталей не нуждаются ни в системах смазки, ни в системах охлаждения.

— Есть ли у вас хобби и увлечения? Как вы проводите время после работы? Какие фильмы, книги, музыкальные группы или композиции вам нравятся?



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт автоматизации и электрометрии
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИАиЭ СО РАН)

Сейчас в основном занимаюсь семьёй. Нравятся талантливые фильмы, книги, музыка. Из режиссёров, наверное, Вуди Аллен; из писателей очень впечатляют – Х. Борхес, К. Воннегут; музыку вообще слушаю без привязки к стилю: классика, джаз, этно, поп, у каждой более-менее известной группы или у коллектива есть хотя бы одна интересная композиция, их список может быть бесконечным. Последнее, что слушал, – Young Mum. Долгое время практически не слушал русскоязычную музыку, ну, может, Олега Медведева, Александра Непомнящего, «Хаски», а тут послушал недавно, оказывается, встречаются таланты: «Валентин Стрыкало», «Лёгкие», «Король и шут», «Заточка», «Кассиопея», опять же, стили: кич, авторская песня, хоррор, рэп.

— **Какое будущее ждёт киберфизические системы? Насколько они могут развиваться? Какие специалисты будут востребованы в этом направлении?**

Киберфизические системы – это область, без которой невозможно представить современное производство. Микроконтроллеры, а значит, и программы управления, проникают повсюду. Цифровые двойники, Интернет вещей, виртуальные фабрики, Индустрия 4.0, автономные роботы, «умные» дома, и всякие прочие «умные» города и «умные» огороды. Киберфизические системы и программы, которые ими управляют, применяют повсеместно. С каждым годом у этих алгоритмов появляется новая функциональность, с каждым годом эти алгоритмы становятся всё сложнее. Часто их создают бессистемно и ненадёжно. Наша лаборатория работает над тем, чтобы создаваемые киберфизические системы было проще создавать и развивать, чтобы работать с ними было безопасно.

— **Если вас попросить описать лабораторию одной фразой, что приходит на ум?**

«В ногу со временем и на шаг впереди».

Пресс-релиз на сайте ИАиЭ СО РАН:

https://www.iae.nsk.su/images/stories/0_News/2023/Press-release_IAE_231109-Interview-Zyubin-VE.pdf