

СОВМЕСТНЫЕ УЧЕБНЫЕ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОГРАММЫ МФТИ (ГУ) и АО «ХОНЕВЕЛЛ» — ЗАЛОГ УСПЕШНОЙ ПОДГОТОВКИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Е.С. Баулин (ООО «Центр цифровых технологий»), М.М. Шундерюк (АО «Хоневелл»)

Рассказывается об опыте реализации учебных и научно-исследовательских программ Московского физико-технического института совместно с российским представительством Honeywell Inc. Описаны подходы к реализации совместных программ и задачи на ближайшие несколько лет.

Ключевые слова: инновационная образовательная технология обучения, образование, Industry 4.0, информационные системы, наукоемкий бизнес.

Московский физико-технический институт (МФТИ (ГУ)) — ведущий технический вуз страны, известная на весь мир кузница профессиональных кадров в самых различных областях: прикладной физике, математике, информатике, химии, биологии, компьютерных технологиях и других естественных и точных науках.

Компания Honeywell — лидер в области автоматизации предприятий ТЭК специализируется, в частности, на разработке и внедрении систем оптимизационного планирования, тренажерных комплексов установок предприятий ТЭК, внедрении систем управления уровня MES для решения задач синхронизации, координации, анализе и оптимизации выпуска продукции на производстве, консультационной и исследовательской деятельности по развитию стратегии предприятий ТЭК и др. Компания активно сотрудничает с ведущими университетами всего мира. Так, российское представительство АО «Хоневелл» является базовым предприятием кафедры интегрированных киберсистем Физтех-школы радиотехники и компьютерных технологий (ФРКТ) МФТИ.

Сотрудничество МФТИ и АО «Хоневелл» развивается по двум основным направлениям:

- участие в учебной программе МФТИ по линии базовой кафедры интегрированных киберсистем;
- совместная работа над реальными прикладными задачами предприятий ТЭК силами АО «Хоневелл» и ООО «Центр цифровых технологий» (резидент Сколково).

Рассмотрим подробнее оба этих направления.

Сотрудничество АО «Хоневелл» с кафедрой интегрированных киберсистем ФРКТ МФТИ

Широко известной практикой ведущих мировых компаний является привлечение молодых специалистов прямо со студенческой скамьи. Такой подход исключительно выгоден и для компании, и для университета, и для самих студентов [1]:

- АО «Хоневелл» получает возможность заблаговременно подготовить специалистов по направлениям своей деятельности; обеспечить возможность своим ведущим специалистам принять участие в образовательном процессе;
- МФТИ расширяет свою учебную программу, которая охватывает актуальные прикладные задачи

в области автоматизации промышленных объектов; повышается доля выпускников, устраивающихся на работу по полученной специальности;

- студенты получают уникальные знания, высоко ценящиеся в промышленности, а лучшие выпускники университета — возможность трудоустроиться в АО «Хоневелл».

Одной из самых значительных проблем в современной образовательной системе является существенный разрыв между знаниями выпускников и требованиями промышленности, предъявляемыми к своим сотрудникам.

Классическая университетская программа нацелена на развитие фундаментальных знаний: физика, математика, статистика, теория управления, а также умение логически мыслить и аргументированно обосновывать свою точку зрения.

В то же время в промышленности ценятся конкретные знания и навыки из предметных технологических областей, которые обычно дают более специализированные учебные заведения: техникумы (с точки зрения технологии производства) и бизнес-школы (с точки зрения экономики предприятия).

Сегодня же требования к специалистам по решению высокотехнологических задач автоматизации в промышленности как никогда высоки: нужны и фундаментальные знания, и знания предметной области, причем зачастую достаточно узкие, редкие и даже уникальные. Ситуация дополнительно усложняется тем, что в последнее время скорость изменений практики в промышленности значительно возросла. Знания и подходы, актуальные сейчас, в условиях развития Industry 4.0 могут устареть буквально через несколько лет.

Уникальная «физтех-система» уже десятки лет успешно дает ответ на то, как ликвидировать разрыв между теорией и практикой: после базового образования в бакалавриате студенты переходят в магистратуру, где обучаются на базовых кафедрах различных организаций, каждая из которых обладает своей уникальной программой подготовки. Проблемой является лишь прямая зависимость качества образования от благополучия научной организации, учредившей базовую кафедру. Если научная организация «теряет темп» изменений в промышленности, то и выпускники базовой кафедры рискуют отстать. В связи с этим активно раз-

вивается новый формат базовый организаций — непосредственно компании-вендоры технологических решений или их системные интеграторы. Быть в одном темпе с промышленностью (а лучше задавать темп) для таких компаний — первоочередная экономическая задача, требующая постоянной подпитки фундаментальными знаниями и идеями. Поэтому интересы университета и коммерческих компаний естественным образом пересекаются и ведут к общей синергии.

Сотрудничество АО «Хоневелл» с кафедрой интегрированных киберсистем Физтех-школы радиотехники и компьютерных технологий МФТИ

АО «Хоневелл» начало взаимодействие с МФТИ по учебным программам с 2001 г., став одним из базовых предприятий на кафедре технической кибернетики МФТИ. Затем в ходе реорганизации структуры ФРКТ в 2016 г. кафедры технической кибернетики и информационных бизнес-систем были присоединены к кафедре проблем управления, и на факультете радиотехники и кибернетики была образована *кафедра интегрированных киберсистем* (mipt.ipu.ru).

Базовые предприятия кафедры — Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, российское представительство компании Honeywell, компания IBS (Информационные бизнес-системы). Студентам предоставлена возможность заниматься научной деятельностью и проходить практику по направлениям:

- теория систем управления;
- управление в социальных и экономических системах;
- технические средства автоматизации и вычислительной техники;
- системы управления технологическими процессами;
- разработка программного обеспечения систем управления;
- автоматизированные системы организационного управления;

*Образование слишком важно, чтобы
быть отданным исключительно
педагогам.*
Фрэнсис Кеппелл

- управление подвижными объектами;
- автоматизация управления энергосистемами;
- технические системы безопасности магистральных нефтепроводов;
- создание корпоративно информационно-управляющих систем.

Глобальная миссия кафедры — подготовка специалистов для научных и образовательных учреждений, а также реального сектора экономики, обладающих:

- 1) фундаментальной подготовкой в области современной теории управления;
- 2) базовыми знаниями в области актуальных приложений теории управления в технических, организационных, социальных и других системах;
- 3) опытом реализации конкретных НИР и ОКР.

За все время работы сотрудничества МФТИ в ИПУ РАН уже было подготовлено несколько сотен специалистов. Около 100 из них сегодня работают в ИПУ РАН. Большинство — доктора и кандидаты наук. Директор ИПУ РАН и два его заместителя по научной работе — выпускники кафедры. Три выпускника кафедры стали членами Российской академии наук. Ежегодно около трети выпускников поступают в аспирантуру. Многие идут дальше и в возрасте около 30 лет становятся докторами наук. Также выпускники кафедры поступают на работу в АО «Хоневелл», участвуют в реализации международных программ и проектов и при этом имеют возможность обучаться в аспирантуре, проводить научные исследования, принимать участие в научных конференциях, защищать диссертационные работы [2].

Студентам 5 и 6 курсов (магистрантам) предоставляют индивидуальные рабочие места, оснащенные

Пример необходимости и фундаментальных, и практических знаний

Рассмотрим пример достаточно простой задачи, для решения которой, тем не менее, нужны как фундаментальные, так и практические знания.

На некоем производстве существует проблема с качеством выпускаемой продукции, но технологический персонал не может разобраться в причинах ее возникновения. Принято решение о проведении статистического анализа исторических данных технологического процесса в целях поиска взаимосвязей между параметрами процесса и качеством продукции.

Для построения статистической зависимости необходимо использовать специализированное ПО, что требует фундаментальной подготовки. Пользователь должен владеть основами корреляционного анализа, уметь проверять выборку данных на нормальность (по критериям Андерсона–Дарлинга или Колмогорова–Смирнова), проверять статистические гипотезы изменения среднего значения (критерий Стьюдента) и т.д.

Предположим, что построенная статистическая модель показала с хорошей достоверностью по всем критериям, что продукция бракуется, когда оператор исследуемой технологической установки понижает температуру в одном из сепараторов. Напрашивается вывод: не понижать температуру. — Вывод в корне неверен! Физический анализ и технологические соображения свидетельствуют, что при понижении температуры в сепараторе качество, напротив, должно улучшаться. Причина брака оказывается в том, что оператор понижает температуру недостаточно. Но поскольку действия оператора по времени всегда совпадают с выпуском брака, «формальный» статистический подход не позволяет выявить причинно-следственные связи и дает прямо противоположные выводы. В приведенном примере практический опыт и понимание технологии производства оказались не менее востребованными, чем фундаментальные знания.

современными компьютерами, с установленным учебным программным обеспечением — системы математического моделирования Honeywell, используемые в компаниях и на промышленных предприятиях во всем мире [4]. После окончания МФТИ выпускники кафедры направляются на работу (при их согласии) в ведущие компании нефтегазового и энергетического комплекса России. Выпускники магистратуры, проявившие интерес к теоретическим исследованиям, имеют возможность продолжить обучение в аспирантурах МФТИ и ИПУ РАН под руководством профессоров. Студенты, прошедшие стажировку в АО «Хоневелл»:

- овладевают современными методами теории управления, кибернетики, оптимизации;
- могут построить математическую модель реального технологического процесса и найти метод для ее оптимизации;
- на высоком уровне владеют современными вычислительными пакетами;
- успешно трудоустраиваются в ведущие организации страны и зарубежья.

Сотрудничество АО «Хоневелл» с ООО «Центр цифровых технологий»

На сегодняшний день базовые предприятия МФТИ — это не только государственные учреждения или институты РАН и т. д., а также научно-технические центры, учрежденные совместно с другими научными или коммерческими организациями.

Появление этих научно-технических центров обусловлено требованиями российского рынка. С одной стороны, рынок нуждается в экономически более выгодных предложениях по сравнению с дорогостоящими зарубежными предложениями. Сегодня хорошо известно, что локализация инжиниринговых задач позволяет существенно снизить общие затраты

Прогресс нашей страны не может быть более быстрым, чем прогресс нашего образования.

Джон Кеннеди

на проект, при этом качество работ, как минимум, не ухудшается (мало того, есть большой потенциал к увеличению качества благодаря лучшему взаимопониманию заказчиков и исполнителей).

С другой стороны, существуют задачи, которые в силу политических ограничений могут быть решены исключительно отечественными разработчиками.

Для решения задач в области промышленной автоматизации МФТИ учредил несколько новых научно-технических центров, таких как ООО «Центр цифровых технологий», ООО «Инжиниринговый центр МФТИ по трудноизвлекаемым полезным ископаемым» и др., которые принимают на работу старшекурсников и занимаются их развитием как специалистов и научных исследователей, реализуя совместные проекты с такими компаниями, как АО «Хоневелл» для крупнейших российских предприятий (ЛУКОЙЛ, Роснефть и т. д.).

Главным бенефициаром ООО «Центр цифровых технологий» является МФТИ. Основная цель «Центра цифровых технологий» — создание крупного российского научно-технического центра по разработке отечественных высокотехнологичных решений для ТЭК России и стран СНГ.

ООО «Центр цифровых технологий» получил статус резидента Сколково под реализацию инновационного проекта «Комплекс календарного планирования предприятий ТЭК». Цель данного проекта — решить задачи календарного планирования (КП) на предприятиях ТЭК и предложить для этого отечественный специализированный комплекс КП, который бы удовлетворял всем современным требованиям и обладал преимуществами, заявленными в проекте.

Пример подготовки специалистов по оптимизации технологических процессов

Рассмотрим пример подготовки инженера по управлению и оптимизации технологических объектов (АРС-инженер, от APC — Advanced Process Control). Как правило, выбор студентами направления внутри кафедры происходит в начале 5 курса. После этого они прикрепляются к научному руководителю — опытному специалисту по выбранной специализации.

В рамках фундаментальной подготовки студенты посещают общие лекции по программе МФТИ и семинары, организованные АО «Хоневелл», для подведения теоретической базы к имеющимся прикладными задачам.

В рамках практической подготовки на 5 курсе студенты привлекаются к созданию технико-экономических обоснований (ТЭО) применения технологии APC на различных реальных объектах промышленности. Основная задача ТЭО — с помощью специальных статистических методов показать на исторических данных технологического процесса, что может принести предприятию внедрение системы усовершенствованного управления. Для решения этих задач студенты обучаются работе с соот-

ветствующим прикладным программным обеспечением Honeywell [3].

На 6 курсе (с согласия МФТИ) возможны ознакомительные командировки студентов на промышленные объекты, знакомство со спецификой оборудования и управления процессом, выбор специализации на одной из отраслей промышленности: нефтепереработка, нефтехимия, переработка газа, обогащение руды, металлургия, производство удобрений и т. д.

По мере роста знаний и улучшения навыков студентам могут поручаться все более сложные задачи, которые являются частью одного из текущих проектов: разработка моделей виртуальных анализаторов, идентификация прогнозирующих моделей технологического объекта и т. п. Любая работа проходит исключительно под контролем ведущего инженера проекта.

В результате, к концу 6 курса студенты, как правило, обладают уровнем знаний и навыков, достаточным для трудоустройства в АО «Хоневелл» в должности инженера по системам усовершенствованного управления и оптимизации.

Согласно поставленным в проекте задачам, необходимо автоматизированно генерировать/актуализировать модели КП на основе исходных фактических данных из MES, систем текущего планирования и других корпоративных систем. При этом комплекс КП не должен ограничиваться только имеющейся информацией на предприятии, и должен включать алгоритмы принятия решений в случае отсутствия необходимых данных [5].

В связи с поставленными целями ООО «Центр цифровых технологий» совместно с АО «Хоневелл» выполняет исследовательские работы и разработки по направлениям развития и коммерциализации проекта. В ООО «Центр цифровых технологий» работают отделы, каждый из которых занимается решением задач, связанных с конкретным модулем комплекса КП:

- отдел систем оперативного и календарного планирования — разработка систем оптимального планирования и составления расписаний для НПЗ; разработка систем автоматизированного смещения и перекачек; составление расписаний смещений. Консультации по актуализации моделей текущего и календарного планирования;
- отдел консалтинга — работы по исследованию вариантов развития НПЗ с целью формирования прогнозных исходных данных для моделей текущего и календарного планирования; договоры по оказанию консультационных услуг по стратегии развития НПЗ;
- отдел оперативного управления производством — разработка и внедрение систем сведения балансов и автоматизированной системы оперативного диспетчерского управления (АСОДУ).

Заключение

Скорость трансформации промышленности в рамках Industry 4.0 будет только увеличиваться в ближайшем будущем. Выпускникам МФТИ, решившим построить свою карьеру на предприятиях, в компаниях или в прикладных областях науки, может не хватить сильнейшей фундаментальной подготовки без соответствующей современной практики. В связи с этим адаптация студентов к передовой практике должна начинаться как можно раньше.

Баулин Евгений Сергеевич — канд. техн. наук, ген. директор ООО «Центр цифровых технологий», заместитель заведующего кафедрой интегрированных киберсистем МФТИ

Шундерюк Михаил Мирославович — канд. физ.-мат. наук, преподаватель кафедры интегрированных киберсистем МФТИ, сотрудник АО «Хоневелл».

Контактный телефон 8-926-532-03-98.

E-mail: Baulin.es@mipt.ru Mikhail.Shunderyuk@Honeywell.com

В этом состоит одна из основных задач сотрудничества МФТИ и АО «Хоневелл».

Другая важнейшая задача — развитие локальных команд разработчиков и консультантов для создания отечественных высокотехнологичных решений в области промышленной автоматизации может быть решена за счет формирования новых научно-технических центров в МФТИ, которые могли бы выполнять исследовательскую деятельность для таких коммерческих организаций, как АО «Хоневелл».

Следует отметить, что случай взаимодействия АО «Хоневелл» с МФТИ во многом является уникальным. Многие сотрудники, начальники отделов, а также высшее руководство, включая вице-президента, Председателя совета директоров АО «Хоневелл» ранее были сотрудниками ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН и по сию пору не порывают связи с институтом, который с 1955 г. являлся базовым предприятием для кафедры проблем управления на ФРТК МФТИ.

Список литературы

1. *Попадько В.Е., Чернышева Е.А., Дозорцев В.М., Першин О.Ю., Соркин Л.Р.* Высокотехнологичные программные продукты ЗАО «Хоневелл» — основа качественной подготовки специалистов в РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина // Автоматизация в промышленности. 2015. № 7. С. 59-62.
2. *Дозорцев В.М., Кнеллер Д.В., Соркин Л.Р., Шестаков Н.В.* Новые подходы к профессиональной подготовке специалистов по промышленной автоматизации. Ч. 1. Высокотехнологичные системы промышленной автоматизации реального времени // Автоматизация в промышленности. 2009. №12. С. 47-56.
3. *Аносов А.А., Бородин П.Е., Дозорцев В.М., Ефитов Г.Л., Кнеллер Д.В.* Высокотехнологичные решения корпорации Honeywell на базе платформы Exregion PKS // Автоматизация в промышленности. 2011. № 8. С. 29-37.
4. *Першин О.Ю., Косов М.И., Шестаков Н.В.* Создание системы управления производством для предприятий нефтяной и газовой промышленности средствами Business@Flex // Нефтяное хозяйство. 2007. №1. С. 33-37.
5. *Хохлов А.С., Баулин Е.С., Мишутич Д.Ю., Коннов А.И.* Комплекс интегрированного планирования ВИНК // Автоматизация в промышленности. 2018. № 12.

Уважаемые Коллеги!

Указатель статей, опубликованных в журнале "Автоматизация в промышленности" в 2018 г., будет размещен в первом выпуске 2019 г.

Оформить подписку на журнал "Автоматизация в промышленности" вы можете:

через каталоги "Роспечать" **81874** и "Пресса России" **39206** • сайт журнала <http://www.avtprom.ru> • Редакцию

Адрес редакции: 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, офис 360 Тел.: (495) 334-91-30, (926)212-60-97. E-mail: info@avtprom.ru