

Люди цифры

Шесть взглядов на
новую энергетику

Автор:
Дмитрий Холкин

Игорь
Озерных

Петр
Воробьев

Олег
Баркин

Алексей
Чалый

Борис
Рябов

Юрий
Удальцов

Дмитрий Холкин

**Люди цифры. Шесть
взглядов на новую энергетику**

«Издательские решения»

Холкин Д. В.

Люди цифры. Шесть взглядов на новую энергетику /
Д. В. Холкин — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-44-981217-9

Эта книга — итог гуманитарного проекта «Люди цифры», реализованного командой Инфраструктурного центра EnergyNet. В ней в форме интервью представлены позиции шести активных участников становления цифровой энергетики в России — профессионалов из разных областей — о содержании, проблемах и перспективах цифровой трансформации экономики и энергетической отрасли. Книга предназначена для широкого круга читателей, интересующихся технологическим развитием, сменой социального и технологического уклада.

ISBN 978-5-44-981217-9

© Холкин Д. В.
© Издательские решения

Содержание

Предисловие	6
Игорь Озерных. КаБэ: новое – хорошо забытое старое	7
Об энергетике как киберфизической системе	8
О главных конструкторах	11
Об управлении проектом	13
Об инженерной интуиции	15
О предпринимательстве	18
О новом ГОЭЛРО	20
О самом главном	23
Петр Воробьев. Конкретная физика для новой энергетики	24
О конкретной физике	25
О «мостиках» между наукой и индустрией	27
О технологическом фронтире	31
О «плоской энергетике»	35
О технологической сингулярности	38
О плюсах и минусах научной работы в России	40
Конец ознакомительного фрагмента.	41

Люди цифры

Шесть взглядов на новую энергетику

Дмитрий Владимирович Холкин

Редактор Ирина Александровна Чаусова

Редактор Игорь Сергеевич Чаусов

Дизайнер обложки Илья Алексеевич Бурдин

Корректор Ирина Александровна Чаусова

© Дмитрий Владимирович Холкин, 2020

© Илья Алексеевич Бурдин, дизайн обложки, 2020

ISBN 978-5-4498-1217-9

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Предисловие

Вся суть того, что вы называете моим первым серьезным открытием, заключается в простом факте: все шесть Зон Посещения располагаются на поверхности нашей планеты так, словно кто-то дал по Земле шесть выстрелов из пистолета, расположенного где-то на линии Земля-Денеб.

«Пикник на обочине»

В середине прошлого года команда Инфраструктурного центра EnergyNet задумала и реализовала гуманитарный проект «Люди цифры». У такого решения было несколько важных причин.

Во-первых, накал дискуссии о цифровой энергетике в профессиональном сообществе несколько иссяк, и важно было зафиксировать ряд наиболее содержательных позиций, прежде всего, выражаемых теми, кто осуществляет развитие цифровых технологий на практике, а не только о них рассуждает.

Во-вторых, поскольку движение по цифровизации электроэнергетики в рамках дорожной карты НТИ EnergyNet, а также в рамках других государственных инициатив уже началось, то было очень полезным провести рефлексию проблем этого движения и возможных способов их разрешения.

И, в-третьих, стратегический успех преобразования экономики страны и электроэнергетической отрасли, а также наращивания высокотехнологичного экспорта на основе цифровых технологий сильно зависит от того, какими представлениями о будущем, какими ценностями и желаниями руководствуются «люди цифры» – активные субъекты цифрового перехода.

Поэтому мы прицельно выбрали шестерых профессионалов, представляющих самые разные области инновационной практики, и задали им три основных вопроса:

- В чем состоит основной предмет цифровизации?
- Какие деятельностные проблемы возникают в процессе цифрового развития?
- Какой смысл стоит за цифровой трансформацией экономики, электроэнергетики, конкретных практик?

Но, главное, мы хотели, чтобы за рассуждениями о «цифре» стали видны личности: личности тех людей, которые являются высокими образцами компетенций, мировоззрения, отношения к работе, окружающим, себе. Нам важно было показать примеры из широкого круга людей, которые профессионально выполняют свою работу, развивают цифровые технологии и практики, делая тем самым мир лучше.

Дмитрий Холкин, 13.01.2020

Игорь Озерных. КаБэ: новое – хорошо забытое старое

Когда мы делали первые пробы изложения архитектуры Интернета энергии на публике, то опасались, прежде всего, неприятия ее и даже отпора со стороны инженеров и отраслевых специалистов. Но в аудитории оказался «добрый зритель в девятом ряду», который с восторгом принял основные наши идеи и дал несколько очень ценных технологических советов по воплощению новой архитектуры. Эта моральная и содержательная поддержка от опытного инженера-конструктора, творческого и одновременно прагматичного человека была бесценной. С него мы и начнем проект «Люди цифры».



Игорь Озерных

Об энергетике как киберфизической системе

Игорь Леонидович, для Вас за словами «цифровая энергетика» что-то стоит? Это просто модное словосочетание или понятие, обладающее самостоятельным смыслом?

Ну, я скажу так, не только стоит... Я могу сказать, что всю свою жизнь, с момента, когда я закончил вуз, – это был 1971 год, – я это понятие в себе формировал и развивал. Я учился в Новосибирском электротехническом институте (сейчас НГТУ) на факультете электроэнергетики, и мне повезло, что моим научным руководителем еще в студенческие годы стал один молодой аспирант, которого интересовала возможность аппарата теории вероятности и математической статистики в задачах электроэнергетики, это было очень свежим направлением в то время. Моя дипломная работа была первой в истории кафедры, и в отличие от других дипломных проектов, в ней не было чертежей, в ней было то, что сегодня мы называем презентацией: графики, таблицы, блок-схемы. Все расчеты выполнялись на современной для того времени ЭВМ ODRA 1204, а программа была написана на Алголе. Данные в ЭВМ заводились на перфоленте и для ускорения отладки надо было уметь читать код на перфоленте и исправлять его вручную с помощью специального дырокола.

Я закончил обучение, остался на кафедре, защитился... Для патриархов кафедры это все было не очень понятно. Они относились к этому с большим скепсисом и критикой, как-то не видели перспективы. Получилось фактически так, что тема, которой я тогда занимался, сейчас, к моему удивлению, стала основным предметом моей деятельности. Тогда это тематическое направление называлось «Применение ЭВМ в электроэнергетике», а сейчас – «Искусственный интеллект в энергетике». Хотя уже в то время мне было понятно, что, занимаясь энергетикой, я более склонен к проблемам управления, а умные машины эти проблемы могут решить на качественно новом уровне.

Сейчас я понимаю, что интуитивный выбор малопонятного тогда для отрасли, но очень интересного для меня направления оказался удачным.

Мое понимание на сегодняшний момент такое: к энергетике надо подходить как к киберфизической системе.

Прекрасно! Оставшись работать в вузе, Вы стали, как говорил академик Лев Арцимович, «удовлетворять личное любопытство за государственный счет». А как этот интерес превратился в профессионализм?

Идеи киберфизики, впитанные еще за время учебы и работы в вузе, я имел возможность опробовать только в космической отрасли. Там в 80-е годы появились уже контролеры и цифровые технологии. Советский Союз пытался тогда не отставать, хотя отставал, конечно... Но все же была доступна необходимая элементная база, можно было экспериментировать. Мне повезло, что я попал в конструкторское бюро (КБ) НПО им. Лавочкина, и я сразу понял, что здесь можно по-настоящему творить, в том числе с применением цифровых технологий.



23 марта 1983 года Рональд Рейган заявил о работе США над программой «Стратегическая оборонная инициатива» (СОИ)

Это был резкий для меня переход в новую область деятельности, погружение в совершенно другое организационное и культурное окружение, переезд в новое место, а мне уже было 42 года... Тема, которой мы занимались, была секретная. Принципиально можно сказать так: тогда велась большая работа над так называемым «анти-СОИ», под задачи «анти-СОИ» требовалась огромная инфраструктура, ею я и занимался. Вообще, в космических аппаратах сама космическая машина по затратам составляет процентов 20—30, все остальное – инфраструктура. И поэтому инфраструктурные задачи были очень значимы...

Надо отметить, что был уже конец 80-х. Полным ходом шла перестройка, стал формироваться рынок. Нужно было адаптироваться к новым условиям. А мы такие великие – 1500 человек в КБ, опытный завод, мы на Марс летаем, на Луну летаем, мы все можем... И мы попытались решать коммерческие задачи с разной степенью успешности. Нарботки по цифровым решениям тогда оченьгодились. Наш генеральный конструктор понимал, что надо делать что-то сильно коммерческое...

Кстати, Линдон Ларуш, считающийся «крестным отцом» программы Стратегической оборонной инициативы США (СОИ), рассматривал данную программу в качестве катализатора научно-технического прогресса. Обычно прорывные научные знания и инженерные решения появляются во время войн. А здесь было желание спровоцировать развитие в относительно мирных условиях. Вы начали рассказывать про генерального конструктора НПО им. Лавочкина...

Да, это был фактически мой последний Учитель по жизни, Ковтуненко Вячеслав Михайлович, доктор наук, Герой Соцтруда и так далее. Настоящий такой генеральный конструктор. Он был по образованию математик, закончил отделение прикладной математики в Ленинградском университете. Выдающийся генеральный конструктор. Не многие его знают, но он очень известный в определенных кругах.

Мы с ним как-то сблизились. А я был тогда главным конструктором по направлению, у него много было главных конструкторов. Он мне помог с одной темой. В районе Обнинска была специальная научная база, он дал мне возможность получить государственный заказ, и под этим флагом я стал «раскручиваться». Он сказал мне: «Давай делать инфраструктуру. Надо космическими экспериментами в летающих на околоземной орбите спутниках управлять на земле». Речь шла о решении задачи выращивания кристаллов в космосе. В результате для меня фактически здесь произошло освоение современных цифровых технологий. Особой цифровой философии тогда не было, была только идея организации научного эксперимента и было ясно, что без цифры управлять быстрыми процессами в печках для выращивания кри-

сталлов не возможно. Здесь я хватанул практики цифровых технологий. Мы уже тогда начинали говорить о том, что должна быть киберфизика, какие-то умные машины, самостоятельно управляющие физическими процессами.



Ковтуненко Вячеслав Михайлович – генеральный конструктор НПО имени С.А.Лавочкина

Вы сказали, что когда попали в КБ, то поняли, что здесь можно по-настоящему творить. От этой фразы немного повеяло духом НИИЧАВО из прекрасной повести братьев Стругацких «Понедельник начинается в субботу». Можно здесь чуть подробнее остановиться?

Точно. Когда я оказался в КБ, я понял, что по сравнению с вузом попал в совершенно другое пространство, и когда погрузился в проблематику, то осознал, что только здесь можно достичь результата. КБ состояло из двух типов специалистов – это проектанты и конструкторы. Из полутора тысяч человек проектантов – максимум пятьдесят, может быть, тридцать, все остальные – конструкторы. А рядом еще было развернуто опытное производство.

НПО им. Лавочкина отличалось тем, что решало в системе Министерства общего машиностроения задачи научного, дальнего космоса, большинство КБ были направлены на решение прикладных задач. Соответственно, все было более открытое, была возможность наблюдать интересные процессы, обсуждения: «Так, ребята, сейчас мы обсуждаем тему полета на Марс с пенетратором», и так далее. Со стороны довольно дико выглядело. Заходишь в комнату проектантов, никого за рабочими местами нет, люди скучковались, обсуждают полет на Марс, как бросить пенетратор, сделать забор грунта и произвести его анализ.

Но они-то все были люди реальные, они понимали, что на это нужны средства. А на самом деле тогда война за заказы была не менее сложной, чем сейчас. И чтобы их получить, надо было иметь большой административный ресурс. И действительно, генеральные конструктора – это люди, которым партия доверяла в том, что они не могут подвести, но сделают что-то значимое, и фактически деньги выделяли под них.

О главных конструкторах

Джонатан Тененбаум, много занимавшийся международной научной аналитикой, мне говорил: «Генеральный конструктор – это что-то особенное, это русское или советское явление». Мне представляется, что в генеральных конструкторах сочеталось обладание новым научным знанием, «окаянство» в проектировании новых систем, ну и суперответственность за решение сверхсложных задач. Это так?

Да, суперответственность, вплоть до ухода из отрасли и даже угрозы жизни. Вы знаете, как Лавочкин умер? Нет? Лавочкин развивал направление крылатых ракет, он один из первых понял их перспективность для систем вооружения. И мы сегодня знаем, что это так. Под руководством Лавочкина была сделана ракета «Буря». К сожалению, ни одно испытание не прошло удачно, их было три или четыре, они, как говорилось, все были «за забор». Его вызвали на Совет генеральных конструкторов, который возглавлял Королев, и так его прочистили, что у него случился инфаркт. Были такие разборки.



Лавочкин Семён Алексеевич (1900—1960) – советский авиационный конструктор (третий слева)

Рядом с генеральными конструкторами стояли выдающиеся ведущие конструкторы. Вы их имен, конечно, не знаете... Генеральный конструктор – это идея, это гарант, под которого выделяли финансирование, но все пробивал ведущий конструктор по направлению, он за все отвечал. Обычно у генерального или главного конструктора была отдельная служба, в которой работали несколько ведущих конструкторов по крупным темам. Они пробивали все деньги, они занимались тем, что мы сегодня называем управление проектом.

Все же, какими компетенциями обладали настоящие, не книжные генеральные конструкторы?

Как мне говорил Ковтуненко, «никакой я не конструктор». Хотя он был генеральный конструктор, он повторял: «Я никакой не конструктор, я математик». Потому что главный конструктор, он, как главный врач, – лечить не умеет, но зато может хорошо организовать. Здесь то же самое.

У главного конструктора должна быть, конечно, какая-то природная предрасположенность, но иногда бывает, что сам он не может зарисовать никакую деталь и вообще даже починить ничего не может...

Это были и не ученые в классическом их понимании. Тот же Ковтуненко был членкором Академии наук, но его выбирали по совокупности практических работ. К таким, как он, ученые от фундаментальной науки в Академии относились с некоторым презрением: «Вы прикладники, у вас науки нет». Ковтуненко мне рассказывал, что, когда его избирали в членкоры, он выступал с докладом, потом ему стали задавать вопросы. Когда вопросы стали нагревать атмосферу, тогдашний Президент Академии Александров сказал: «Вы тут вопросы задаете, а у него уже летит». Речь шла о том, что был недавно запущен в дальний космос космический аппарат, разработанный НПО им С. А. Лавочкина.

И когда я с этим столкнулся после вузовской деятельности, то был удивлен: генеральный конструктор, но без стремления к публикации теоретических работ. Да, он читал лекции в МАИ, но под его редакцией вышел только один сборник работ НПО им. Лавочкина. У него была мощная проектная интуиция, основанная на глубоком понимании своего дела, и организационный талант.

Об управлении проектом

Давайте вернемся к КБ и рассмотрим его как институт, организационный механизм воспроизводства некоторой практики. У каждой организованности есть свой жизненный цикл: они зарождаются, растут, старятся и должны когда-то умереть. Наблюдая за некоторыми академическими НИИ, я понимаю, что их время уже закончилось, в них иссякла интеллектуальная энергия, выполнено предназначение. Может, и время КБ закончилось?

Не согласен. Собственно говоря, то, что вы говорите про научные институты, научные школы, все очевидно, и тогда было очевидно. Эти структуры не могут длительно существовать. Такой институт исчерпывает сам себя по мере ухода его основателя или по мере решения фундаментальной задачи, ради которой он был создан. Поэтому научные институты со временем все исчезнут, растворятся в университетах нового поколения, куда происходит постоянное втягивание молодых мозгов. Все должно быть университетское. Никаких НИИ не должно быть. А вот КБ (центры R&D) должны остаться, ведь КБ – это структура для коммерциализации.

Трудно себе представить, чтобы могли существовать в современных российских условиях КБ гражданского назначения на полторы тысячи человек...

А столько и не надо. Ковтуненко после посещения одного R&D-центра в Америке говорил: «Вот это КБ! 300 человек, живописное место, чистота! Вот такое должно быть КБ!». Он считал, что 300 человек хватит за глаза, любая задача решается. И еще не надо самостоятельно содержать опытные производства, потому что рынок позволял привлечь производства под задачу. И в наших задачах можно справиться гораздо меньшими силами, если правильно действовать.

А правильно – это так, как он меня учил: «Надо держать проект за две точки, как рыбу, за голову и за хвост. Держи ТЗ и схему деления проекта, с одной стороны, и испытания, с другой. Все остальное можешь отдать смежнику, который лучше тебя выполнит работу».

Я придерживаюсь этой технологии всегда.

Хорошо сказано! Давайте на вопросы организации КБ в современных условиях зайдём с практической стороны. Сейчас Вы в Институте арктических технологий МФТИ решаете достаточно комплексную, инновационную задачу – создание автономных гибридных систем энергоснабжения (АГСЭ). Немного расскажите про задачу и как вы применяете «технологии КБ» на ее примере.

Когда мы первый раз два года назад с моими партнерами выходили с идеей этого проекта на НТИ, он формулировался, как я позже понял, с достаточно примитивных, слишком технологических позиций, и нас фактически никто не понял. Многим показалось, что обсуждается вопрос реализации конкретного проекта АГСЭ, «бери и делай», будет заказчик, собери оборудование и приделай к нему систему управления. Сейчас мое понимание и позиционирование проекта серьезно трансформировалось, в том числе в результате знакомства и обсуждения ваших разработок по архитектуре Интернета энергии.



Архитектура IDEA послужила фундаментом для разработки АГСЭ

Во-первых, надо говорить о платформенных решениях, это однозначно. Во-вторых, да, действительно, мы должны обеспечивать интеграцию киберфизических систем. Местных патриархов из МФТИ этот термин немного покорило, но они придумали тоже неплохой термин – физико-технический инжиниринг. Сегодня в МФТИ главное, на чем мы можем прорваться на рынок высоких технологий в энергетике, – это физико-технический инжиниринг. Мы не сможем прорваться на отдельном оборудовании – ветроустановки, накопители...

В нынешних реалиях надо концентрироваться на чем-то одном. Но важно и другое, так как вопрос коммерциализации стоит на первом месте, то клиентам нужны комплексные решения под задачу, а не отдельные компоненты. А для этого нужно делать не лабораторию или научный институт, а надо делать КБ (центр R&D). Это моя главная задача на данный момент времени. Нужны люди, которые могут генерировать проекты, нужно какое-то количество конструкторов, прежде всего, по разработке цифровых двойников, и главное – стенд для проведения испытаний и экспериментальной работы. Поэтому мы создаем КБ по киберфизике микроэнергетических систем, на языке государственных заказчиков – по multifunctional energy technologies complexes, а если говорить на нашем с вами языке, это КБ по микрогридам.

Главное, сформировать ядро КБ – несколько проектантов, несколько конструкторов и главный инженер стендовой базы. А дальше, дальше кооперация. Отработанная, выстраданная, реальная кооперация тех, кто будет с тобой работать на этих стендах, кто будет решать «задачи середины». Технический проект делается в КБ, а для решения специальных инженерных задач подтягиваются профильные команды, чьи разработки проходят испытания на стенде. Ведь в чем особенность работы КБ? Не надо много теории, а надо пытаться делать прототипы и первые образцы. Тут нужна определенная интуиция. Мне говорили, что у меня есть интуиция.

Об инженерной интуиции

А на чем базируется интуиция? Это же не просто инсайт свыше. Что-то же нужно в дополнение к интуиции, что позволит интеллектуальные озарения превращать в проектные идеи?



На заседании Архитектурно-технологического комитета EnergyNet

Интуиция – необходимое условие, но далеко, далеко не достаточное. Во-первых, конечно, знание. Мне сильно помогла работа в вузе. В тот момент времени стали переходить от традиционных энергетических задач, совершенно примитивных, убогих, рутинных, к задачам, требующим применения информационных и цифровых технологий. Тогда пришлось читать много лекций студентам по новым дисциплинам, и это сильно подняло мой уровень знаний. Пришлось читать много книжек, потом еще их и рассказывать. Когда уже на этом багаже я попал в НПО, то тут получил навыки организации процесса создания цифровых систем.

Наверное, ответ на Ваш вопрос будет такой. Должна быть обязательно небольшая группа проектантов. Конечно, за задачу надо браться такую, которую ты более или менее понимаешь. За все не возьмешься. Собираешь группу проектантов из пяти человек, например, и рассказываешь им свою идею. Они тебе верят. Они не обсуждают эту идею с точки зрения ее назначения и целесообразности. У них мышление тоже проектное, хорошее образование, понимание, где достать недостающее знание. И они начинают собирать этот проект.

Таким образом возникает эскизный проект. Они много обсуждают, работают над отдельными задачами, все время собирают отдельные решения в одну систему, обсуждают с главным конструктором. Проходит примерно полгода и в результате уже принимается решение о продвижении проекта и запросе финансирования. Поэтому очень хорошая должна быть проектная группа. Но при этом важно попасть в удачную идею.

Но ведь идея появилась откуда-то! Т.е. интуитивное озарение, поддержанное синтезом знаний, позволило создать идею проекта до выхода на проектантов. На каких дрожжах появляется замысел в голове у главного конструктора? Или функционал генеральных конструкторов может быть технологизирован и замещен коллективной работой, основанной на практиках системной инженерии, таких как определение границ целевой системы, выявление требований и ограничений стейкхолдеров, цифровое моделирование, архитектурное проектирование?

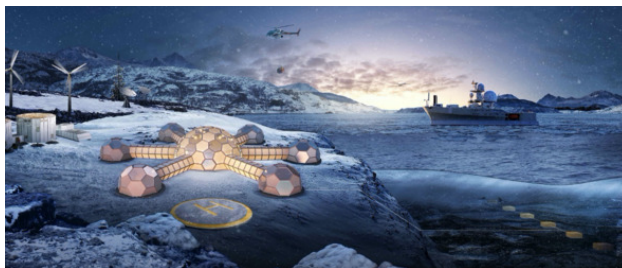
То, что Вы сейчас сказали, это нормальная схема, но это конкретное воплощение системы на основе уже решенной задачи. Есть опытно-промышленное производство и есть серий-

ные заводы. Когда изделие перешло в серийное производство, то главный конструктор уже не нужен.

Получается, на опытной стадии все же больше влияет интуиция?

Нельзя сказать, что интуиция – главное. В какой-то степени только...

Вот базовое в решении нашей сегодняшней задачи с точки зрения киберфизики – это построить виртуальную синхронную машину. Надо ее поднять и отправить в серийное производство, из этих машин уже можно будет потом собирать какие-то комплексные решения. И это у меня была какая-то интуитивная идея, рабочая гипотеза.



Ключевой энергетический проект Института арктических технологий МФТИ – это микроэнергетические системы с высокой степенью автономизации для объектов и поселений в Арктике

Сейчас АГСЭ мы пока делаем как пилотный проект, по сути это экспериментальная разработка, есть много развилок, и как следствие – много рисков. Главная развилка: либо идти по классике и делать сборку АГСЭ по шине постоянного тока, либо все же собирать эту шину на виртуальных машинах. Первое кажется технически более простым, второе – правильным с позиции рабочей гипотезы. Сначала, когда я оценивал ситуацию, считал, что в коммерческих проектах рисковать опасно, особенно пока мы не попробовали некоторые решения на стенде. Из двух вариантов стали ориентироваться на шину постоянного тока. На реализацию второго варианта, как я оценил, понадобится еще два года. Потом выяснилось, что шина постоянного тока – это очень дорого. А в это время идея виртуальных синхронных машин начала овладевать массами, заинтересовавшиеся смежники уже поднимают руки: «У меня есть виртуальная машина». Я говорю: «Давайте пробовать». С одним из смежников собрали установку на стенде, заработало. На очередном совещании по проекту я говорю: «Я ошибся, оказалось все быстрее, давайте делать коммерческий проект на виртуальных синхронных машинах». Для этого и нужен главный конструктор, чтобы проверить разные гипотезы и сделать выбор технического решения. А в серии, когда все решения приняты, главный конструктор не нужен.

Сейчас АГСЭ мы пока делаем как пилотный проект, по сути это экспериментальная разработка, есть много развилок, и как следствие – много рисков. Главная развилка: либо идти по классике и делать сборку АГСЭ по шине постоянного тока, либо все же собирать эту шину на виртуальных машинах. Первое кажется технически более простым, второе – правильным с позиции рабочей гипотезы. Сначала, когда я оценивал ситуацию, считал, что в коммерческих проектах рисковать опасно, особенно пока мы не попробовали некоторые решения на стенде. Из двух вариантов стали ориентироваться на шину постоянного тока. На реализацию второго варианта, как я оценил, понадобится еще два года. Потом выяснилось, что шина постоянного тока – это очень дорого. А в это время идея виртуальных синхронных машин начала овладевать массами, заинтересовавшиеся смежники уже поднимают руки: «У меня есть виртуальная машина». Я говорю: «Давайте пробовать». С одним из смежников собрали установку на стенде, заработало. На очередном совещании по проекту я говорю: «Я ошибся, оказалось все быстрее»

рее, давайте делать коммерческий проект на виртуальных синхронных машинах». Для этого и нужен главный конструктор, чтобы проверить разные гипотезы и сделать выбор технического решения. А в серии, когда все решения приняты, главный конструктор не нужен.

И все же это поражает. Для реализации АГСЭ вам потребовалось собрать на себе знания о виртуальных синхронных машинах, особенностях применения ВИЭ и систем накопления энергии, мультиагентном управлении, распределенных реестрах и смарт-контрактах, рыночных методах управления гибкостью. Это сильно разные области знаний: механика, электрохимия, теория управления, искусственный интеллект, киберфизика, рыночная теория. Как так получилось, что этот сложный синтез знаний произошел? Насколько здесь факт личности в истории важен? Можно ли собрать прорывное решение «демократическим путем» на основе отбора предложений разных участников процесса?

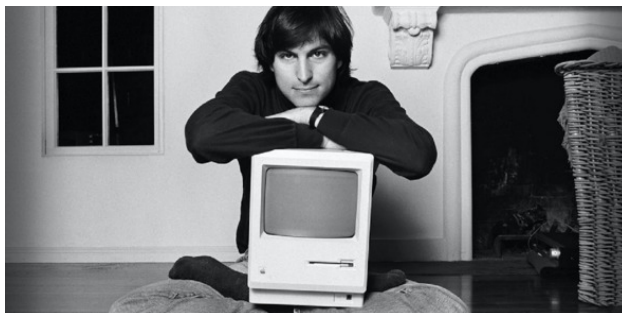
Я думаю, нет, важна личность. Может, даже не для синтеза на себе всех этих знаний, а для принятия ответственных решений. Возьмем Стивена Джобса. Он был фактически менеджер проекта, у него в голове и рынок, и дизайн, и определенные технические решения.

Но главное – он не боялся принимать сложные, иногда интуитивные решения.

Но мне кажется, что это не уникамы. Такие люди рождаются, их достаточно много, не все, правда, реализуются.

О предпринимательстве

Вы вспомнили Стивена Джобса, а он был силен в коммерциализации совершенно новых вещей. Интересно узнать, как вы преодолели в себе барьер коммерциализации – перехода от изобретенного технического решения к его продвижению на рынке?



Стивен Джобс

Мне в какой-то степени повезло. Опять же, это связано с НПО им. Лавочкина. Тогда замом генерального конструктора был Игорь Григорьевич Ханин, довольно одиозная личность, выходец из Днепропетровска, КБ «Южное», друг бывшего президента Украины Леонида Кучмы. Днепр – это сильные коммерческие ребята. В Днепропетровске надо было жить хорошо, плохо жить было стыдно. Они «варили» всегда, и в Советском Союзе, и в рынке, жили хорошо. Ханин закончил ДГУ, немножко поработал и быстро поднялся в КБ «Южное», потом его поставили главным инженером КБ «Орбита». Чем он занимался? Он строил, и в стройке он был бог! Он так матерился, это такие были совещания, я, когда попадал на них, у меня уши пухли. Тем не менее, его уважали.

Команда Ханина пришла в НПО им. Лавочкина. Наступает перестройка, открывается граница, раскрепощаются экономические отношения. После путча 1991 года, когда все однозначно стронулось в направлении рынка, Ханин говорит: «Так, всё, мы в рынке! Все забудьте! Никаких заказов, ничего нет. Только зарабатываем бабки на рынке!» И мы пошли в этом направлении. Но еще до путча он уже организовал бизнес по поставкам компьютеров, он со мной говорил про коммерциализацию. Я ему отвечал: «Чтобы я занимался куплей-продажей! Нет!» Он на меня смотрел, как на больного. Это я позже понял, что выглядел убогим в этом смысле. Со временем моя ментальность изменилась, я уже был заточен на коммерциализацию. Да, произошла эта ломка: от «что это такое» до «только так и надо».

Как сейчас с коммерциализацией ваших разработок в МФТИ?

Я все время думаю о коммерциализации наших разработок. Мы видим несколько рынков: микрогриды и накопители на стороне потребителей, энергоснабжение изолированных территорий. Эти два направления выглядят достаточно живыми сегментами рынка, там есть способы извлечения экономического эффекта от применения новых технологий, и ими стоит заниматься.

Никто пока не верит, что АГСЭ – решение, с которым мы приходим к заказчику, экономически будет лучше уже имеющихся решений. Хорошо уже, что верят, что по технике получится, ведь российский опыт гибридизации энергоисточников пока больше отрицательный. А почему отрицательный? Потому что задачей не занимались КБ. Этим занимались группы, которые не работали по правилам КБ, либо подходили к этому не как к системе, а как к уста-

новке. Поэтому в России пока нет даже технического опыта, убеждающего инвесторов вкладывать деньги в подобные решения. Потому что были плохие решения! Для коммерциализации наших разработок мы должны преодолеть барьер недоверия.



Исполнительный директор Института арктических технологий МФТИ Юрий Васильев рассказывает о проекте АГСЭ Председателю Правительства Дмитрию Медведеву

О новом ГОЭЛРО

Игорь Леонидович, последний поворот в нашей беседе, он немного философский. Я считаю, что будущее надо строить, а не ждать, каким оно сложится. Но для такого строительства тоже нужен проект, «проект будущего». Есть ли у вас какое-то целевое видение, которое Вы своей работой хотите реализовать?

Есть, конечно! Сначала это было интуитивно... Специализация у меня была не электрические системы, а электроснабжение. А электроснабжение было на задворках электроэнергетики. Когда на кафедре я стал более-менее осваиваться, я стал говорить, что надо делать системы электроснабжения. Интуитивно мне хотелось, чтобы они такими были. Было просто «энергоснабжение промышленных предприятий и городов», а мне тоже хотелось здесь строить системы, как в большой энергетике, – это то, что сейчас мы называем микрогридами. Это были 70-е годы. Сегодня для меня серьезным драйвером является желание показать, что эти микрогриды, новые кластерные энергосистемы, основанные на Интернете энергии и Transactive Energy, становятся самостоятельными сущностями.

Вообще, я считаю, что человечество сильно в развитии энергетики зависло. Она должна в ближайшее время, лет за 50, измениться кардинально, где-то должен случиться прорыв. Цифра этот процесс подталкивает. Мне представляется, что мы создадим кластерную энергетику, где будет много ВИЭ, распределенных источников энергии, средств концентрации энергии из окружающей среды. Это будет совсем другой мир. И по социальному устройству все тоже сильно изменится.

А где должен наступить прорыв?

Прорыв сам по себе не наступит. Его нужно выращивать, это совершенно верно. Выращиваем мы его каким образом? Мы знаем, что вокруг Земли большое количество энергии в том или ином виде. Надо ее просто запускать в оборот. Вот говорят про термояд... Когда Василий Павлович Мишин после Королева пришел на «Энергию», то он говорил: «Да эти ядерщики... Никогда нельзя создать энергетику на делении вещества. Только на синтезе!» Где этот синтез, где термояд? Да, сделано много классной работы. Да, много всего было. Но я в это не верю. Я верю в то, что придет технология концентрации энергии из окружающей среды, в какой-то степени ветроэнергетика и солнечная энергетика – это примитивные еще способы решения данной задачи. Но они уже позволяют нам собирать эти правильные системы энергоснабжения.



26 октября 2018 года в эфире программы «Мы и наука. Наука и мы» на канале НТВ

Я сейчас считаю, что цифра и киберфизика быстро и очень эффективно должны решить задачу организации новых систем. А затем к этому подтянутся новые технологии извлечения

энергии из окружающей среды. Мы увидим, что не надо строить динозавров в виде единых энергетических систем, а нужно делать кластеры микрогридов, которые в той или иной степени между собой взаимоувязаны одноранговой сетью. Но нам еще надо поработать, чтобы такие сети создать.

Новое ГОЭЛРО будет формировать сеть микрогридов, а не единую энергетическую систему. Будет очень много маленьких мышек, а динозавры вымрут. Никуда не денешься.

Вы упомянули, что это повлияет на социальное устройство общества. Очевидно, что если из окружающей среды можно собрать и сконцентрировать энергию в достаточном объеме, чтобы в точке обитания человек мог полностью обеспечить свою жизнедеятельность, то снижается социально-политическая зависимость. Энергетическая автономия при синергии на основе одноранговых сетей полностью меняют основания для социальной связности...

Да. Сейчас же идет борьба за энергетические ресурсы, которые неравномерно расположены на планете, и доступ к ним ограничен. А на примере цифры мы видим, что информационные ресурсы оказались доступны всем, мы ими пользуемся и можем даже что-то создавать. Энергетические ресурсы могут стать такими же доступными, как информация, исчезают различного рода социальные зависимости. Мир поменяется весь. Это и будет основание для «города солнца» Кампанеллы. А за что бороться? Инструменты есть, энергия и информация доступны. Заниматься надо будет культурой. То есть надо энергетическую парадигму переломить. А мы фактически этим занимаемся, создавая в меру своих сил и возможностей вот эти сети. А физики догонят.

Вы хотите сказать, что в культурологическом смысле цифровая энергетика – это то, что позволяет создать инфраструктуру нового поколения, инфраструктуру децентрализованных сетей (не для динозавров, а для мелких грызунов)?

Да!

А не является ли эта нацеленность на распределенность энергетики временным явлением? Не наступит ли момент, когда будет востребована энергетика с большой концентрацией мощности для решения планетарных, климатических, космических задач?

Я точно считаю, что никаких сверхмощностей не нужно. Задача, требующая сверхмощности, сама по себе опасна. В энергетике должна быть распределенность, в энергетике должен быть оборот энергии, не приводящий к загрязнению окружающей среды. И тут мы говорим, что возникает задача под большие мощности, например, надо запускать ракету. На это я говорю, что скорее не надо запускать ракету. Нужна малая распределенная форма жизнедеятельности. Концентрация – это плохо!



Город Солнца. Утопия становится реальностью

О самом главном

Последний вопрос. Что главное вы поняли в жизни?

Первое – надо максимально поддерживать самореализацию. Самое главное, чтобы была востребованность в тебе и твоих свойствах. Ну и второе – нужен хороший дом и хорошая жена. Самореализация на первом месте!

Спасибо!

Дмитрий Холкин, 28.05.2019

Петр Воробьев. Конкретная физика для новой энергетики

Петр Воробьев выступал у нас на семинаре в IC EnergyNet более года назад, ещё находясь в статусе сотрудника Массачусетского технологического института (MIT), – тогда только решался вопрос о его переходе в Сколтех. Яркое умное выступление, вдумчивые ответы на вопросы, искреннее желание понять собеседника. При этом обсуждалась достаточно революционная тематика – условия организации микрогридов на базе электронной генерации, вопросы новой теории управления энергетическими (микро-) системами. Позже я узнал историю Петра, об его учебе и работе в Институте теоретической физики им. Л. Д. Ландау, о переезде в США, об участии в создании Центра энергетических систем в Сколтехе. Сейчас он работает над созданием российского Центра прикладных исследований в сфере новой энергетики. У меня не оставалось выбора, кроме того, как включить его в проект «Люди цифры». Встречайте – Петр Воробьев, профессор Сколтеха, член Архитектурно-технологического комитета EnergyNet.



Петр Воробьев

О конкретной физике

Начнем с главного. Как ты дошел до жизни такой, что, будучи физиком и работая в престижном Институте теоретической физики им. Ландау, вдруг подался в электроэнергетику и, судя по всему, испытываешь удовольствие от того, чем занимаешься?

В каком-то смысле это история классическая. Не то, что все физики идут в энергетику, нет. Но многие физики идут в приложения. Если сейчас посмотреть на людей, которые занимаются, например, биологией даже в Сколтехе у нас, там огромное количество людей из физики и математики. Ничего удивительного и в том, что физики идут в инженерное дело. Более того, в Америке и Европе абсолютно распространенная ситуация, когда человек получает степень бакалавра по физике, а идет в магистратуру, например, на электроинжиниринг. И это, кстати, приводит к тому, что уровень математической подготовки инженерных кадров в Америке значительно выше, чем в России. Это сильно бросается в глаза, когда общаешься с профессорами, студентами из России и из Америки.

Как конкретно я пришел... Я учился спокойно в Институте Ландау, защищал диссертацию по теоретической физике, которая, однако же, была не совсем теоретической, я скорее назвал бы ее технической физикой. Так получилось, что мой руководитель Владимир Валентинович Лебедев и еще ряд людей исповедовали подход очень такой жизненный. Эти люди, будучи теоретиками, сами испытывают глубокое уважение к экспериментаторам. Когда идут какие-нибудь обсуждения, они всегда очень активно апеллируют к эксперименту, спрашивают: «Как это конкретно на эксперименте видно? Какое отношение имеет ваш результат к эксперименту, к реальной жизни?» И в меня эта культура тоже вошла. И мне всегда очень нравилось, когда я находил в реальной жизни подтверждение своим теоретическим знаниям.



Владимир Лебедев (директор Института теоретической физики имени Л. Д. Ландау РАН)

Эта практика от Льва Ландау пошла?

Да, но не только от него.

Соответственно, потихонечку я там работал. Мои коллеги из Лос-Аламосской национальной лаборатории Костя Турицын и Миша Чертков в какой-то момент времени сказали, что есть хорошие интересные задачи в энергетике, очень актуальные в мире, большое непаханое поле для физиков, и много групп хотят этим заниматься. Мне стало интересно, потому что меня к приложениям тянуло. Если бы это была не энергетика, это было бы другое приложение. В результате я стал с ними работать, сначала в Лос Аламосе, а потом в МИТ.

Первую пару лет я вникал. Оказалось, что в энергетике физику разобаться не просто. Это не только электродинамика, уравнения Максвелла, законы Кирхгофа. Не все так просто.

Параллельно при поддержке MIT создавался Сколтех, начинался образовательный процесс. Мы с Костей сделали первый курс для энергетического центра Сколтеха, это был курс по технологии энергетических систем. В нем, как физики, мы объяснили основные процессы в энергосистемах, дали понимание, почему эти системы устроены так.

Большая проблема, которая есть в инженерном образовании, состоит в том, что студентам не очень объясняют, почему все так устроено.

Им дают знания как набор правил. А ведь можно все достаточно просто объяснить, как те или иные решения из физики следуют.

Подтверждаю. Я помню первый твой семинар, который мы провели у нас в IC EnergyNet. Сложные вещи звучали очень доступно... Как тебе, физику, удастся достучаться до отраслевых специалистов?

Это мой личный подход. Мне всегда нравится задавать вопросы: «Как это в реальной жизни устроено?» Мы бесконечно долго спорим с тем же Костей Турицыным. Когда он говорит, что решает задачу переходной устойчивости электросетей, я его спрашиваю о том, как сейчас поступают люди в системном операторе. Что они конкретно делают? Он говорит: «Ну они там какие-то вычисления гоняют». Я говорю: «Давай по шагам. Скажи конкретно. Представь, что завтра во всей красе ты решил задачу, пусть тебе „сверху“ кто-то спустил решение. Что ты с этого получишь? Что конкретно ты внедришь в практику?» И этот спор бесконечный.



Константин Турицын (Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology)

Вот у нас последняя работа вышла про частоту, про настройку зон нечувствительности, про роль инерции. С точки зрения физики получился достаточно рядовой результат, стандартные методы применили. Мы с Костей обсуждаем, я говорю: «Мне понравилась статья. Опубликовано в престижном журнале». Он говорит: «Там нелинейность можно было бы аккуратнее расписать». Я отвечаю: «А зачем? Это бы не добавило новых практических знаний. Мы четко ответили на практически важные вопросы. Прямо вот очень прямые ответы дали. Есть данные реальных экспериментов в Техасе, они подробно описаны инженерами, и эти результаты никто не понимал. Есть данные частотных измерений из Англии, из Ирландии... Инженеры это не понимали, на вопросы ответов у них не было. Мы ответили простым образом. То, что при этом я эту нелинейность красиво и элегантно не выписал, лично меня вообще не волнует».

О «мостиках» между наукой и индустрией

Мне представляется, что для проведения исследований и разработок в сфере современной энергетики требуется сложный синтез знаний из разных научных дисциплин и областей практик. Как в вашей работе этот синтез знаний происходит? Или человек должен быть энциклопедически развитым, или должна быть специально организована какая-то коллективная деятельность?

Коллективная! На 100%! Мой опыт в этом очень хороший. Когда я делаю доклады, то заостряю на этом внимание. Я не просто упоминаю своих соавторов, но также объясняю кто они такие, и почему важно, что именно они оказались в команде. Вот, например, в тех работах по микрогридам, о которых я рассказывал у вас на семинаре, я четко говорил, что это хороший пример коллаборации между физиками, инженерами, которые фактически руками умеют работать, и специалистами по теории управления. Плодотворная получилась коллаборация. Специалист по теории управления обратил наше внимание на проблемы организации микрогридов и указал, что стандартные подходы не работают. И он начал писать свою систему уравнений. Но проблема была в том, что он подходил к решению на основе теории управления. А мы как физики посмотрели и сказали: «Ну, давайте на основе теории возмущений напишем». Для физиков это стандартная вещь, в особенности для представителей школы Ландау. А для представителей теории управления – это не стандартно.

А чего ему не хватало, чтобы использовать ваш подход?

Это именно язык теоретической физики, когда ничего точно не считается, и мы всегда стараемся найти малые параметры в системе и получить примерный ответ... Это определенный стиль мышления. У специалистов по теории управления несколько по-другому мышление устроено.



Массачусетский технологический институт

Я работал как-то с постдоком из Цюриха, его зовут Доминик, он из очень сильной научной группы по теории управления. Он приехал к нам в MIT, показал свои расчеты. Такая очень насыщенная математика и очень громоздкий ответ. Я говорю: «Доминик, давай разбиться с твоей формулой, мне сложно ее понять сходу». И начал вычеркивать из его формулы переменные. У него глаза на лоб полезли: «Ты чего делаешь?» Я ему: «Подожди, сейчас все нормально будет». Почикал формулу, получил приближенное, но простое выражение. Говорю: «Вот теперь мне все понятно – мои и твои результаты согласуются». Это просто другой подход.

Получается, что специалист другой научной школы в какой-то степени подходит к математическому описанию формально, на основе правил. Он знает, что это явление описывается так и боится что-то поменять?

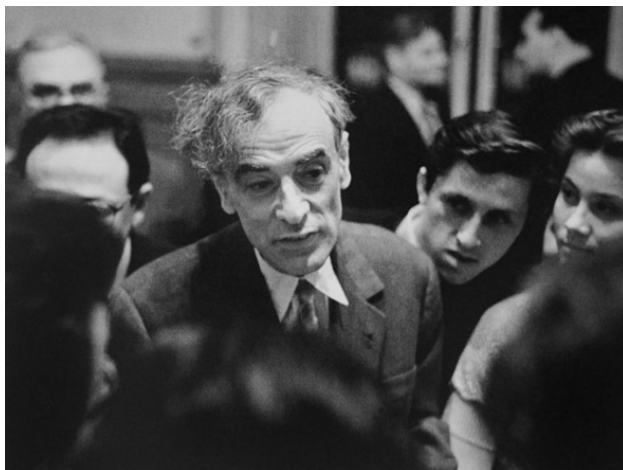
Не то что боится, просто нет привычки по-другому на это смотреть. В этом смысле и у меня нет привычки что-то другое делать, что они умеют.

То есть ты говоришь, что в каждой предметной области есть свой характерный язык, средства описания и решения задач, стиль мышления. Ты лучше владеешь своим интеллектуальным багажом, другие своим. И когда образуются такие небольшие группы людей из разных дисциплин, то у них возникает возможность решить задачу как-то нетривиально.

Именно так! Даже внутри нашего микроколлектива с Костей Турицыным, с которым мы много работали, мы уже разные, хотя и из одной научной школы, от одного научного руководителя приходим. Но я инженер больше, чем он. Я всегда приносил жизненные постановки задач, а он добавлял в методах. Это тоже пример продуктивной коллаборации.

Я все хочу понять, есть ли в ваших коллаборациях что-то... новое? Или это общепринятая практика решения задач в науке?

Такая практика широко принята и в России, и в мире. Меняется разве только то, что стало проще общаться. Интернет позволяет практически с каждым оперативно связаться. Такого рода вещи существовали и раньше. Тот же самый Ландау, он всю жизнь проработал в Институте физических проблем, работал бок о бок с экспериментаторами, он с ними общался. Есть легенда, что ему предлагали сделать Институт теоретической физики, и он отказался. Зачем мы будем «сами в себе вариться»? Не только Ландау. Очень многие в мире тянулись в практические сферы. В Америке много случаев, когда хорошие ученые уходили работать в инженерные компании, какой-нибудь Bell Labs, например, и там делали вещи, которые с точки зрения фундаментальной науки очень сильные. Это не новшество.



Лев Ландау

Что не совсем обычно в моей ситуации, это такое сильное проникновение в новую область. Не просто коллаборация с кем-то, а я взял и стал инженером. Я потратил несколько лет, чтобы разобраться в электроэнергетике на таком уровне, что свободно общаюсь с индустрией.

У меня была такая задача с самого первого дня, что никто из индустриальных людей не должен в моем лице увидеть какого-то там абстрактного учёного, который не знает, как на практике все работает...

Я должен разговаривать с ними на абсолютно профессиональном уровне, и никогда не вызывать раздражения.

Может быть, в этом есть барьер? Насколько наука склонна так проникать в отрасль?

Да, в этом есть барьер. Это довольно острый вопрос и в Америке, и везде. К сожалению, есть довольно много представителей науки, которые не очень любят погружаться в индустрию. И среди моих коллег много таких, которым просто скучно общаться с индустрией. Они ожидают от общения чего-то другого. Индустрия начинает задавать какие-то вопросы, которые с их точки зрения примитивны. Но на самом деле, мое мнение заключается в том, что это не совсем так, вопросы отнюдь не примитивные. Просто сами мои коллеги не хотят сделать небольшие усилия для того, чтобы разобраться.

Есть ли в твоём подходе какая-то «особенность национальной науки»?

В Америке компетенция работы с индустрией развита сильнее, потому что там в принципе комьюнити более живое и там активно организуются новые компании на базе университетов. В России в этом смысле все хуже. С другой стороны, мне представляется, что в мире будет усиливаться тренд, связанный с тем, что академическая наука будет больше отдавать предпочтения работам, которые напрямую связаны с индустрией. И тогда востребованность в людях, которые являются «мостиками» между наукой и приложением, будет больше. Я надеюсь, что сам таким «мостиком» являюсь.

Насколько я понимаю, в Сколтехе для этого есть все условия. И ты эту практику хочешь там развивать?

Безусловно. Это всегда было моей целью. Но большую уверенность придал мне семинар, который я у вас в EnergyNet провел. Я, честно говоря, не ожидал такого приема. Ну, я думал, что придут какие-то люди, посидят, покивают головами. Реально пришли люди вполне прикладные. И они поняли, что я рассказывал. Это очень для меня было важно.



Януш Биалек (первый директор Центра по энергетическим системам Сколтеха)

Какая основная идея Центра прикладных исследований (ЦПИ), созданием которого ты занимаешься в Сколтехе?

Нужно организовать центр, который занимается R&D, получает со-финансирование от индустрии, грантовое финансирование от Сколково при условии прохождения необходимой экспертизы, организует кооперацию с университетами, в том числе как минимум с одним зарубежным университетом. Идея хорошая! Нельзя при организации ЦПИ прийти просто с идеей теории или даже лабораторных экспериментов. Нужно, чтобы была заявлена логика коммерциализации. Это существенная часть.

Здесь для меня есть одна развилка. При постановке целей подобного R&D-центра можно идти вслед за бизнесом, а можно делать опережающий ход, а потом предложить бизнесу последовать за вами. В первом случае вы имеете более гарантированную поддержку индустрии, во втором – больше возможностей найти прорывные варианты использования новых технологий. Как вы проходите эту развилку?

Здесь, как всегда, необходимо находить баланс. Нужно делать хороший, здоровый микс из вещей вполне приземленных, понятных, и вещей на перспективу. Большая часть программы посвящена микрогридам, применению накопителей и ВИЭ. Эти задачи представляют уже практический интерес для индустрии и содержат в себе еще большое количество наукоемких задач. Обычно в каждом случае использования нового устройства в энергосистеме возникают сложности согласованной работы этого устройства с множеством других устройств, уже работающих в энергосистеме, их совместной устойчивой работы, и эти проблемы не учитываются разработчиками отдельных устройств.

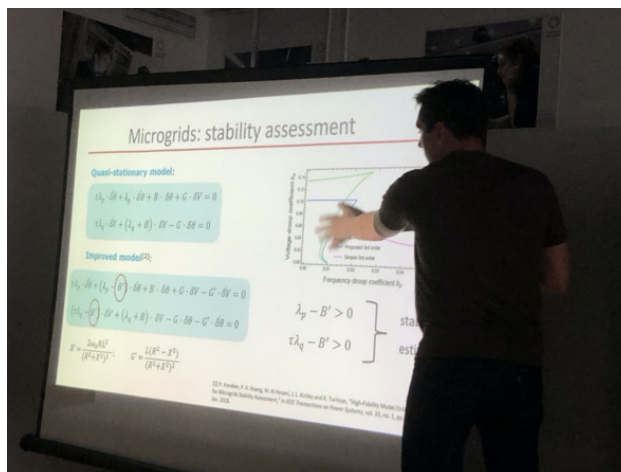
Наша задача выявлять эти проблемные ситуации, искать компромиссные решения, доводить их до прикладных технологий.

Например, сейчас уже стандартно используются инверторы с солнечными панелями, это коммодити, их все клепают. Никто сейчас уже не задумывается, что когда-то была проблема подстройки фазы выходного сигнала солнечной генерации с фазой электроэнергии во внешней сети. Сейчас это решается при помощи phase-locked loop, это центральная часть управления инвертором. Проблема снята технологией.

О технологическом фронтире

А какие технологические задачи ты считаешь фронтиром современной энергетики?

Есть задачи построения микроэнергосистем, где в принципе вся генерация интегрирована через устройства силовой электроники. Тут много вопросов подключения и функционирования в существующей системе огромного количества солнечной генерации и накопителей. Исследования и разработки в сфере управления устройствами силовой электроники для электросетей – серьезный тренд сейчас в мире.



Семинар Петра Воробьева в IC EnergyNet: проблематика создания микрогридов

Дальше есть круг задач, которые связаны так или иначе с информационными технологиями и математическими методами. Я решаю, например, довольно приличное количество задач, связанных с методами идентификации (System Identification). Классическая постановка задачи – это по данным измерения определить режимы работы оборудования. При этом речь идет не просто об обработке данных, а о формировании на основе этого хороших моделей.

Это получается идентификация каких-то состояний, не объектов?

И объектов тоже. Я простой пример приведу. Есть такие ситуации, устанавливаю я солнечные панели и получаю под это субсидии за ту мощность, что передал в сеть, и субсидии эти могут быть довольно приличные. Ну и начинаю я хитрить, ставлю рядышком дизель, и с дизеля начинаю закачивать в сеть. Вот простой пример. На самом деле, отличить дизель от панели очень легко по флуктуациям напряжения.

Смежная задача – это идентификация характера нагрузки. На самом деле, довольно важно, какая нагрузка подключена, ведь это влияет на границу устойчивости сети и понимание, где эти границы в данный момент находятся, что позволяет гораздо в более экономичном режиме работать сети. Есть задача определить, сколько за подстанцией сидит распределенной солнечной генерации, она ненаблюдаемая, она просто понижает общую нагрузку. Но принципиально важно различать нагрузку и солнечную генерацию. Это нужно для планирования резерва в системе.

Второе направление понятно. Ещё что?

Третье направление – я довольно много занимаюсь новыми методами режимного регулирования в энергетических системах. Одна из идей, которая сейчас много обсуждается, это применение накопителей для регулирования частоты. Оказывается, довольно интересно, что если будем сейчас считать применение накопителей по экономике, то получится, что накопители пока не выгодно применять. Но плохая экономика происходит от того, что мы считаем примитивно. Как обычно думают про использование накопителя? Когда дешево – запасать, когда дорого – продавать. Но это не единственное применение. Как раз более важное применение нишевое. Вот регулирование частоты, фактически балансировка мощности, это хорошее нишевое применение, где накопители все свои преимущества могут продемонстрировать. Оказалось, что это экономически уже сейчас выгодно. Такое применение развито на рынках США (PJM) и в Великобритании. Накопители участвуют в этом рынке так же, как генераторы, только их скорость отклика быстрее, и сам отклик резче. Эта возможность определяется специфической природой накопителей. И требования регулятора по более резкому отклику не приводит к неустойчивостям. Это простая иллюстрация, но даже это еще сильно далеко от того, что реально можно сделать с помощью накопителей.

Какие еще темы у тебя остались?

Большая область задач – как сигналы с векторных измерителей (PMU) правильно использовать. До сегодняшнего дня все это использовалось только для большой энергетики, там характерные времена, на которых что-то меняется, были секундные. А в случае небольших сетей, особенно с использованием силовой электроники, возникают сложности, так как там время измерения близко к динамике процессов. Там решать даже простые задачи уже нетривиально. Это более фундаментальная тема, но заниматься ею перспективно.

Пятая, последняя.

Сейчас подумаю... Есть DC-сети. Они немного в стороне. Но это свой интересный мир, своя интересная физика. Да, чуть не забыл. Внедрение ВИЭ – пятое крупное направление – хорошее, масштабное внедрение ВИЭ. Опять же, все со всем связано. Вот в Ирландии много ветра. Но в сеть берут не более 50% мощности от ветрогенераторов. Это определяется требованиями устойчивости, сейчас это предельное проникновение ветровой энергетики в их энергосистему. Однако, если мы начнем по-умному все делать, те же накопители использовать, то ситуация изменяется. Если мы захотим довести долю ветра до 75%, сколько нужно для этого поставить накопителей, если их нормально при этом настроить? Оказывается, что не так-то много...

Давай остановимся. Ты назвал пять направлений. Чем они для тебя связаны?

Наверное, их можно все вместе объединить термином динамика устойчивости и регулирование в электрической сети. Эта тема мне интересна в силу моего бэкграунда, – поскольку я физик, то просто мне интересны такого рода задачи.

Но вопросы динамики и регулирования были известны и 20 лет назад, и 40. Почему сейчас они актуализировались, и ты даже считаешь их фронтирными?

Дело в том, что сейчас происходят две вещи одновременно. С одной стороны, растет нагрузка в энергосистеме, и меняется ее характер. Электронные приборы, зарядники, силовая электроника – эта нагрузка очень агрессивная по отношению к сети. Этот тренд выставляет

более высокие требования к устойчивости сети. Классический пример – в 1996 году блэкаут в Америке произошел как раз из-за того, что в системе появилось много кондиционеров. Там сеть развалилась. Если бы это были лампочки, то ничего бы не произошло. А с другой стороны, есть тренд с ростом доли возобновляемой энергетики, она агрессивная с точки зрения динамики, переменчивая. В этой связи и становятся актуальными исследования в области устойчивости.



Лаборатория по интеллектуальным сетям (Сколтех)

Возникли вызовы...

Но при этом возникли и возможности. Используя расширительное толкование цифровизации, можно сказать, что появился пакет цифровых технологий.

Почему расширенное толкование? И вообще, интересно узнать, как ты определяешь понятие «цифровая энергетика»?

Я бы понятие «цифровая энергетика» не определял. Ведь термин «цифровой» имеет конкретное содержание. То, что сейчас имеют в виду, когда обычно говорят о цифровизации в энергетике, на самом деле подразумевают более широкий круг процессов. Я бы сказал, что то, что реально скрывается под словом «цифровизация», это скорее «информатизация».

Есть такой известный термин smart grid, который уже приобретает окраску не всегда положительную. Но у него есть довольно четкое определение, которое можно прочесть в Википедии. Это изменение работы электрической сети с использованием современных коммуникационных технологий и технологий обработки данных. Фактически я не обязан ничего цифрового даже иметь. Я могу существенно улучшить работу сети, не прибегая к цифровым технологиям как таковым, все у меня будет аналоговое, все сигналы и измерения.

Другое дело, когда говорят о цифровизации конкретно как о замене способа передачи данных, когда передается не аналоговый сигнал, а цифровой, что позволяет существенно сократить количество ошибок. Мы берем сигнал, разбиваем его на дискретные значения и далее храним и передаем эти значения в виде битов.

Это и есть процесс цифровизации, который последние лет 70 длится в мире!

Я озадачен твоим ответом. Я думаю, что принципиальным в цифровизации является все же не технический метод представления и передачи данных, а нечто другое, что-то, что определяет качественный переход настоящего времени. А качественные изменения происхо-

дят в организации экономических процессов, во взаимодействии между экономическими акторами. Отсюда, кстати, и термин «цифровая экономика».

Понимаю. Мне кажется, что термин «цифровой» во всех этих контекстах приобретает несколько другое значение, не такое, какое он имеет в научной части. Слово «цифровой» происходит из того, что компьютеры используются. Но здесь не имеет никакого значения цифровая обработка сигнала или аналоговая. То есть «цифровая экономика» – это экономика с максимально автоматизированной обработкой информации. А компьютеры работают по цифровому принципу, поэтому этот термин сюда перешел.

О «плоской энергетике»

Пётр, а если чуть воспарить и посмотреть на вашу деятельность с высоты птичьего полета? Есть ли у тебя какой-то концепт, которому можно было бы придать статус миссии Центра прикладных исследований (ЦПИ)? Есть ли у тебя видение энергетики, которое находится за линией горизонта очевидного?

Здесь я оригинальным не буду, и то, что Игорь Леонидович Озерных говорит в Вашем интервью про микрогриды, соединенные одноранговыми сетями, вполне разумно звучит. И это обсуждается в мире сейчас. Это несомненный плюс с точки зрения управления. То, как сейчас сделано, – это огромная сеть, большая централизованная структура управления. Я думаю, что вполне мыслима ситуация, что будут небольшие энергетические сообщества (community). И в других областях мы в принципе видим такие вещи. Никаких фундаментальных ограничений на такую организацию системы нет. И если на какое-то время забыть про стоимость децентрализованных решений (а со временем их стоимость будет вполне приемлемой), то в принципе одна только микрогенерация может и оставаться, при этом система станет гораздо более эффективной.

Но ведь такая «горизонтальная энергетика», построенная на распределенных микроресурсах энергии, предполагает и распределенность самого потребления. Следует ли из этого, что промышленное производство и жизнь станут более распределенными?

Ну почему? В принципе, никакой проблемы нет. Конечно, когда я говорю о микрогриде, я не имею в виду, что источники энергии находятся в непосредственной близости к потребителям. Даже миллионный город или район города, который будет запитан несколькими станциями, тоже а-ля микрогрид. Это ничему не противоречит. Примерно так устроены тепловые сети.

Будут самобалансирующиеся кластеры, которые между собой даже могут быть электрически не связанные, либо связанные через регулятор.

Это абсолютно мыслимая ситуация. Более того, такая организация позволит сильно снизить затраты на энергоснабжение и на минимизацию рисков.



Игорь Озерных на семинаре IC EnergyNet рассказывает об использовании концепции виртуальных синхронных машин для организации микрогрид

А какие все-таки это будут источники энергии? Ты веришь в то, что будет тотальная доминанта ВИЭ?

Здесь есть нюансы. ВИЭ не может работать круглосуточно. Представляется «маниловской» идея объединения источников возобновляемой энергии и потребителей в общепланетарную электрическую сеть, как в Британской империи, над которой солнце никогда не заходило. Есть более реалистичная идея – насыщение системы накопителями. В принципе, есть такие грубые оценки, что Европе нужно около 100 часов накопления для полного перехода на ВИЭ. Будут накопители стоить еще в несколько раз дешевле, это может стать реальностью.

Получается, что ЦПИ вполне вписывается в концепцию «3D». Децентрализация, декарбонизация, диджитализация становятся основными принципами для ваших исследований и разработок. Идея микроэнергосистем и распределенных источников энергии, интегрированных в сеть, является для вас направляющим вектором развития. А какие практические задачи стоят перед ЦПИ?

Задача ЦПИ – сделать хороший научный задел, и одна из важных – продемонстрировать новую энергетику. Мы планируем реализовать несколько пилотных проектов микрогридов. Например, на одну из будущих площадок – она находится в Калининградской области – я недавно ездил. Там около 150 кВт максимальная нагрузка, 5 зданий, будет еще шестое построено. Там уже есть дизель резервный. Будем строить «солнце», будем ставить накопитель, который будет работать как источники напряжения. Это позволит отработать множество задач. Например, мы хотим отработать функционирования этого микрогрида в составе энергосистемы, а также в островном режиме. Причем, переход к питанию от собственных источников будет проходить без прерывания энергоснабжения потребителей. Здесь можно сделать такую сеть, которая называется self-healing grid, сеть, которая сама восстанавливает свой функционал. А потом точно так же, когда есть возможность восстановить связь с внешним миром, она автоматически синхронизируется и продолжает работу. Концептуально это не фантастика, но необходимо это довести до технологии, коробочного решения.

В нашей архитектуре IDEA заложены следующие свойства новых энергосистем: plug&play присоединение новых активных элементов в сеть, легкость масштабирования решений и сервисов. Как вы с этим собираетесь работать?

Конечно, разработка plug&play стандартов – одна из задач ЦПИ. Нужно будет садиться и разбираться с тем набором разных типов оборудования, которое сейчас существует, и далеко не все оно будет подходящим с точки зрения plug&play функционала. Это не секрет, что если я возьму сейчас дизельные генераторы, которые есть на рынке, и начну пытаться их на параллельную работу устанавливать, то с приличной вероятностью я поймаю проблемы. А когда начну разбираться, что там, собственно, происходит, то окажется, что у них система автоматической регуляции возбуждения так настроена, что напряжение на выходе она поддерживает постоянным, и два дизеля начинают бороться друг с другом. То есть это значит, что надо менять стандарты системы AVR. Как его конкретно менять – в этом как раз и нужно разбираться.



Концептуальная схема архитектуры интернета энергии (IDEA)

Опять же, в архитектуре IDEA помимо интеграции и взаимодействия на техническом уровне обсуждается взаимодействие в слое информационно-коммуникационном, а также в части экономических отношений. Вы в эту сторону тоже идете?

Да, обязательно. По поводу информационно-коммуникационного взаимодействия – вопрос не простой. До какой степени можно полагаться на коммуникации? Разумный подход такой же, как оно устроено в больших сетях, когда есть первичный слой регулирования, для которого коммуникации не требуются, а есть вторичный слой, для которого предполагается система коммуникаций. Я думаю, это в микрогридах сохранится. Более того, для разработки систем релейной защиты коммуникации будут нужны. Но будет спасать то, что микрогрид маленький, там коммуникации легко обеспечить. Я думаю, что коммуникационная инфраструктура будет неотъемлемой частью микрогрида.

О технологической сингулярности

А что касается рыночных вопросов?

Там много очень вопросов разных. В идеале хотелось бы, чтобы все регулировалось рынком. Сейчас регуляторы слишком сильно включены в систему отношений, вмешиваются в результаты торгов. А надо действовать рыночными методами. Если чего-то нельзя, то это должно быть настолько невыгодным, что в эту сторону не идут. Но это легче сказать, чем сделать. Например, потому что нужна какая-то автоматическая система разрешения споров. Я думал сначала, что это какая-то частная муть. Ну конечно, нужна, но это совсем не мое дело. Оказалось, что мое...

Представим себе ситуацию р2р-торговли. Как я должен разрешать ситуацию, когда какая-то линия перегружена? Я должен повышать цену для того, из-за кого происходит перегрузка, чтобы создать стимул линию разгрузить. Но участники рынка имеют свои модели поведения, и они на стимул могут не повестись. Тогда нужно штрафовать за режимные проблемы как-то сильнее. Но как сильнее? Формально можно хоть до бесконечности. Дальше, что может получиться? Я – потребитель – сижу дома, ничего выключать не хочу и никакого контроля над своим оборудованием давать не хочу. Потом ко мне приходит счет на 3 триллиона долларов. Понятно, что это дурь, но по формальной математике все правильно получается.

Я приду в энергосбытовую компанию, скажу: «Вы что, охренели?!»

А если все эти расчеты машина делает, то у нее нет слова «охренели». Такие вещи нужно как-то разрешать.

Вот мы и добрались до сингулярности. Машинная экономика будет порождать в реальном режиме времени большое число транзакций между огромным количеством участников.

Ну, да.

Люди – участники этой экономики – не смогут заранее просчитывать последствия от взятых на себя обязательств.

Нужно гораздо грамотнее продумывать нормативку. Заведомо не должно возникать таких ситуаций.

Что-то мне подсказывает, что регуляторы, разработчики нормативки, тоже не смогут просчитывать последствия своих действий... Кроме того, новая нормативка добавляет новые правила и ограничения на действия человека. На дорогах Москвы за последние 5 лет сильно выросло количество новых дорожных знаков, т. е. новых ограничений: места для парковки, выделенные линии, скоростные ограничения... Человеку все сложнее вписываться в эти разрастающиеся множества требований. А еще появилась автоматическая видеофиксация нарушения правил...

Хороший пример по поводу вождения, он как раз очень четко показывает разницу между формальными правилами и их реальной трактовкой. Ограничения всегда есть. Но не всегда все ограничения можно и нужно выполнять. Любимая моя ситуация, много раз в Америке ее наблюдал. Остановился на однополосной дороге автобус, высаживает людей. Автомобили, находящиеся за ним, начинают его объезжать, пересекая двойную сплошную. Полиция может рядом стоять, но не будет вмешиваться. В ситуации, когда это автоматически фиксируется,

есть большая вероятность лишиться прав. Какое решение у людей? Встать всем за автобусом и стоять. Люди, которые следят за движением, они понимают степень разумности ограничения. С точки зрения машины любое нарушение ограничения – это преступление.



«С точки зрения машины любое нарушение ограничения – это преступление». Помните экранизацию фантастического рассказа «Роботы не шутят»?

Машинная экономика, привнося в нашу жизнь множество неоспоримых удобств, отнимает у человека функцию определения ценности в принятии решений. Это нормально, если экономика перестанет непосредственно влиять на жизнь человека. Не наступает ли эпоха посткапитализма, который в том числе задействует наработки социалистических обществ? Вот во Франции стали появляться энергетические коммуны...

Это вполне разумно может быть. В большинстве случаев человек не платит за хождение по улицам и использование для дыхания воздуха. Не бессмысленно думать, что электричество будет абонентским. И, если это хорошая альтернатива полностью децентрализованным рыночным отношениям, которые будут к таким сингулярностям приводить, почему бы и нет?

О плюсах и минусах научной работы в России

Через интернет-медиа мы видим, что весь мир бурлит в части развития новой энергетики, применения цифровых технологий. Ты долго жил в США, общаешься с коллегами из разных стран, а значит, видишь ситуацию более объемно. Лидеры действительно ушли далеко вперед, или это только информационный шум? Насколько отстала Россия?

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.