

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

DOI: 10.18572/2686-8598-2022-5-1-49-55

УДК: 378

Воронов Михаил Владимирович
доктор технических наук, профессор
Московский государственный психолого-педагогический
университет,
г. Москва, Россия.
e-mail: mivoronov@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются проблемы современных вузов, осуществляющих подготовку инженеров. Формулируется задача поддержки процессов развития такого рода вузов. Предлагается подход к построению программных комплексов, моделирующих вузовскую деятельность с позиций системного подхода.

Ключевые слова: инженер, образование, университет, управление, модель.

ВВЕДЕНИЕ

Термин «инженер» используют для обозначения широкого спектра понятий. Чаще всего, употребляя слово инженер, имеют ввиду специалиста с высшим образованием, который используя свои знания, участвует в решении вопросов, возникающих в ходе организации и осуществлении процессов по обеспечению жизненного цикла изделий — то, что мы называем сегодня инженерной деятельностью. По существу, жизнь современного общества сформирована инженерной деятельностью [9]. На практике единая, вообще говоря, но многоаспектная инженерная деятельность разделяется на отдельные направления, которые соответствуют основным этапам жизненного цикла изделия. Главные из них разработка облика изделия, собственно его изготовление, эксплуатация, а в последнее время и его утилизация.

В соответствии с различными потребностями в количестве участников этих процессов структуру российского образования составляет подготовка системных инженеров (5%), разработчиков (инженеры-конструкторы, технологи, программисты) — 70% и 25% линейных инженеров (инженеры по эксплуатации) [1].

Характерными особенностями подготовки инженерных кадров является глубокая фундаментальная подготовка (в первую очередь естественно-научная и математическая), широкое использование специализированных устройств и получение практических навыков в сфере выбранной профессиональной деятельности. Развитие цивилизации вызывает необходимость постоянного увеличения объема осваиваемых знаний, умений и навыков, а отводимые на подготовку временные ресурсы остаются практически неизменными. Тем самым формируется и со временем все более обостряется противоречие, которое можно трактовать

как частный случай более общего противоречия между увеличивающимися потребностями и имеющимися ресурсами.

Имеется и целый ряд иных противоречий. Например, вуз представляет собой весьма консервативную (ввиду необходимости сохранять наработки прошлых лет) и инерционную организацию (подготовка преподавательского состава и разработка ими учебно-методического материала требуют времени). Скорость же изменения потребностей общества в отдельных качествах выпускников, как правило, обгоняет способность вузов к соответствующей адаптации [11].

Другой пример. Сегодня промышленность испытывает дефицит в линейных инженерах (в мастерах производственных участков, в технологах начальных разрядов и т.п.) [3]. Многие вузы учитывают это обстоятельство в формировании своей стратегии. Однако подготовка таких специалистов должна быть основана на реализации практикоориентированных программ, сочетающих естественнонаучную и общеинженерную подготовку с практическим профессиональным обучением. Обеспечить решение этой задачи на достойном уровне в сложившихся экономических условиях многим вузам не под силу. Как результат, до 50% выпускников срезом после приема на работу направляется на профессиональную переподготовку [10].

Каждый из технических вузов в силу самых различных обстоятельств находится в весьма уникальных условиях и вынужден разрешать эти противоречия по-своему. Вместе с тем можно провести некоторую классификацию, выделив группы вузов, где реализуются похожие стратегии.

В настоящее время в России около 340 государственных технических вузов. Среди них выделяется группа наиболее мощных вузов, которые имеют статус национальных исследовательских университетов (заметим, их около 5%). Благодаря своим возможностям они сосредотачивают свою деятельность на подготовке выпускников, ориентированных на работу по проектированию новых конкурентоспособных изделий и, конечно же, в любых иных инженерных ипостасях. Некоторые авторы называют их «инженерный спецназ» - специалисты, ориентированные на решение проблем-вызовов.

Сам статус этих вузов свидетельствует о том, что существенная часть их образовательной деятельности имеет ярко выраженный научный характер. Для преодоления противоречия между фундаментальной подготовкой и способностью практического применения все большего объема полученных знаний в ограниченное время они усиливают кооперацию с предприятиями и научными организациями, формируя традиционные базовые кафедры и лаборатории. Кроме того, располагая высококвалифицированным преподавательским составом и развитой учебно-лабораторной базой, а также имея возможность набирать хорошо подготовленных студентов, эти вузы стремятся разрешить указанное противоречие на пути реализации практико-ориентированного и междисциплинарного подхода, а также ряда модных зарубежных концепций. Среди последних отметим международную парадигму образования STEM, ориентированную на углубленном сочетании теории и практики, а также выполнение реальных заданий, требующих от обучаемого комплексного применения всех полученных знаний [12]. Заслуживает упоминания и концепция CDIO, которая предполагает подготовку специалиста, готового к выполнению всего комплекса инженерной деятельности с преимущественным развитием практических навыков [13]. Ряд российских вузов, используя эти концепции одновременно реализует и опережающую практико-ориентированную целевую подготовку в рамках проблем-вызовов, правда, последнее осуществляется, главным образом, в магистратуре.

Национальные исследовательские университеты полностью или частично ориентированы на подготовку элитных инженерных кадров. Остальные технические вузы, а их абсолютное большинство, не имеют особых официальных преференций, кроме, имеющих статус опорного вуза (его имеют сегодня 12 вузов) и, решают возникающие перед ними задачи, опираясь, как правило, на собственные возможности.

Среди них также можно выделить следующие группы вузов. Во-первых, вузы, достаточно жестко ориентированные на потребности и особенности своего региона, в частности, набор они осуществляют, главным образом, среди абитуриентов этого региона. Другую группу составляют так называемые «секторные технические вузы», которые ориентированы на подготовку кадров для определенного сектора экономики, что характерно, например, для технологических вузов. Обычно они тесно взаимодействуют с крупными отраслевыми компаниями и реализуют соответствующую логику своего поведения. Имеется и существенная по количеству группа вузов, каждый из которых видит свое основное назначение в решении актуальных социальных задач. Эти так сосредоточены на реализации исключительно образовательных функций, а исследовательская функция, если и присутствует, то играет второстепенную роль [8].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Все без исключения вузы (каждый исходя из своих возможностей и сложившейся ситуации) прилагают усилия в направлении повышения эффективности своей деятельности. Преодоление отмеченных противоречий в сложившихся для каждого вуза конкретных условиях относится к решению так называемой «сложной задачи», поскольку она содержит различного рода неопределенности, среди которых - непараметричность, неполнота исходной информации, отсутствие возможности адекватной оценки решений и др. [4].

Представляется целесообразным разработать меры, направленные на поддержку уровня обоснованности принимаемых решений, и предложить методику поиска путей преодоления такого рода трудностей, базируясь на системном подходе. К сожалению, термин «системный подход» широко применяется как лозунг, а на практике, по разным причинам, реализуется редко. Современный же уровень развития науки и компьютерной техники, позволяет разрабатывать и применять средства, в которых реализованы идеи системного анализа, как методологии разрешения проблем, основанные на идеях системного подхода.

Предположим, что данный вуз определил для себя роль и место в системе подготовки инженерных кадров, сформулировал миссию и разработал стратегию своего развития. В этой связи у него есть возможность в каждой конкретной ситуации сформулировать цель дальнейшей деятельности, что является исходным требованием при рассмотрении вуза как системы.

При формировании любой системы исходя из определенной цели, ибо система и предназначена для ее достижения, а все дальнейшие построения с необходимостью проводят в этом направлении. Иначе говоря, суть системного подхода и заключается в том, чтобы, отталкиваясь от поставленной цели, построить логику, приводящую к представлению структуры формируемой системы и алгоритма ее функционирования в интересах эффективного достижения цели.

Одним из вариантов проведения системного анализа, может быть следующий. Цель декомпозируется на упорядоченное множество задач (задач первого уров-

ня), решение которых принимается за условие достижения преследуемой цели. Решение каждой из этих задач рассматривается в качестве достижения соответствующей подцели. Далее определяются совокупности задач, обеспечивающих достижение каждой из этих подцелей (формируются задачи второго уровня) и т.д. В результате появляется структура, часто называемая графом «Цели-Задачи», который затем трансформируется в соответствующий граф функций формируемой системы. Именно он и может служить основой для моделирования целедостигающего процесса. Наличие графа функций позволяет перейти и к построению реализующей его структуры (реализуется принцип примата функций над структурой). Полученные структуры обеспечивают возможность построить модель функционирования системы в интересах преследуемой цели.

Предположим, данный вуз готовит инженеров по выбранному направлению, для которого имеется соответствующий ФГОС, с указанными требованиями к качеству выпускников и ряду аспектов организации образовательного процесса.

Заметим, в настоящее время эти требования формулируются в виде совокупности компетенций, и ряда иных показателей. Однако никаких разъяснений по их содержанию, уровню освоения и контроля в стандартах не приводится (однако официальные попытки проверки уровня овладения компетенциями у студентов уже осуществляются и весьма настойчиво). По-видимому, вопросы освоения компетенций и оценка уровня владения ими, стоят на повестке дня образовательного сообщества в качестве приоритетных.

Для конкретного направления подготовки ФГОС един, но вузы, осуществляющие по нему подготовку, различны и действуют, как правило, в уникальных ситуациях (у каждого своя история и традиции, преподавательский состав и материальная база, особенности региона и т.п.). Возникает, в частности, потребность спланировать и реализовать процесс собственно подготовки выпускников в конкретном вузе. Может рассматриваться вопрос и о подготовке выпускников по направлению, являющимся новым для вуза или вуз сам намерен предложить портрет будущего выпускника (по существу, это существенно связанные задачи).

Вуз представляет собой управляемую социальную систему, практическому функционированию которой должна предшествовать разработка соответствующего замысла и плана ее действий. Последний будем рассматривать как некий единый документ — план деятельности вуза, ориентирующий деятельность вуза в направлении достижения преследуемой цели. Да, его основу может составить основная профессиональная образовательная программа (ОПОП), как комплекс документов, включающий компетентностную модель выпускника, учебный план, рабочие программы дисциплин (модулей) и другие документы [7]. Однако все составляющие ОПОП весьма жестко регламентированы и для реализации системного анализа информационно она не полна, т.к. системность требует учета всех значимых факторов и обстоятельств функционирования конкретного объекта рассмотрения.

Пусть рассматриваемый вуз в известных условиях сложившейся ситуации поставил себе определенную цель. Требуется разработать способ создания средств, обеспечивающих поддержку процессов выработки обоснованных решений по эффективному достижению поставленной цели.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ

Основной интегрированный результат обучения в вузе выражается в способности выпускника решать группы задач в своей предметной области [6]. Поэтому

вуз, учитывая требования ФГОС конкретного направления, может и должен сформировать процесс подготовки именно своего выпускника. Подчеркнем, задача состоит в том, чтобы, учитывая все обстоятельства и возможности, получить план осуществления этой подготовки, причем речь идет не только о собственно образовательном процессе, необходимо учитывать и все составляющие его подготовки, организации и обеспечения.

Пусть, например, зафиксировано, что инженер по ИТ должен уметь (в том числе) осуществлять:

- постановку, исследование и анализ задач в своей предметной области;
- проектирование и разработку программных продуктов, а также сопровождение процессов их использования;
- разработку и оформление необходимой технической документации для работы с компьютерными программами и др. [2].

Заметим, излагаемый материал призван донести взгляды автора на возможный подход к решению обозначенной научной задачи с позиций системной методологии, поэтому приводимые примеры имеют исключительно демонстрационный характер.

В свою очередь для успешного осуществления постановки, исследования и анализа задач инженер должен иметь представление о данной предметной области, арсенале используемых компьютерных средств, свойств последних, владеть методиками анализа информации. Каждая из этих целей достигается в результате решения задач более частного характера. Так представление о предметной области включает знание лексики предметной области, структуру и основные протекающие в ней процессы, логику формирования информационных потоков и уровень автоматизации сбора и обработки информации и т.д. Декомпозиция продолжается до формулировки таких задач, возможность решения которых не вызывает сомнений. В ходе такого исследования должен быть построен соответствующий граф «Цели-Задачи», как развернутая от цели упорядоченная последовательность (от общих к более частным) подлежащих решению задач.

Следующим является этап построения структуры функций, иначе говоря, получение ответов на вопросы, как и в какой последовательности реализуется решение каждой из выявленных задач. В самом общем случае можно поступить так: для каждой задачи формулируется список необходимых для ее решения действий (частных функций), а затем, поскольку одни и те же (или близкие) функции могут реализовываться при решении различных задач, осуществляется агрегирование и комплексирование частных функций в обобщенные функции. При этом, используя построенный граф «Цели-Задачи», учитывается порядок их следования. Например, решение задачи формирования представления о данной предметной области может включать осуществление таких функций, как слушание лекций и выполнение лабораторных работ, самостоятельное изучение литературы, посещение подразделений предприятий рассматриваемой предметной области, прохождение там практики и даже непосредственная работа на них. Для разработки же программных продуктов необходимо, кроме прочего, обеспечить наличие соответствующей техники, ее размещение и обслуживание.

Важным принципом системного анализа объекта рассмотрения является требование полноты выявления задач и функций, причем не только среди наблюдаемых (выявленных), но и потенциально возможных. Реализация этого принципа и обеспечивает возможность построения способной к адаптации и достаточно адекватной модели системы.

Построенная структура функций служит основой для формирования конструктивного алгоритма процесса деятельности, в ходе которого реализуется дости-

жение поставленной цели и построение соответствующей модели. Здесь может быть рекомендован метод конструктивно-имитационного моделирования [5]. Его суть заключается в конструировании пошагового процесса целенаправленного изменения состояния рассматриваемой системы, на каждом шаге которого формируется полное множество допустимых частных решений, выбирается одно из них и тут же производится имитация его исполнения, система переводится в новое состояние и процесс продолжается. Получаемая на этой основе модель позволяет формировать аналог функционирования рассматриваемого объекта и процессов управления им, а затем с ее помощью проводить необходимые исследования. В частности, она позволяет решать многочисленные вопросы анализа и синтеза системы, разрабатывать планы ее деятельности в заданных или гипотетических условиях и оценивать, что очень актуально, уровень реализуемости этих планов.

С помощью, например, модели формирования выпускников данного направления в рассматриваемом вузе может быть сформирован рациональный для заданных условий план обучения, отражающий содержание, объем и последовательность осваиваемых знаний, умений и навыков, а также весь спектр необходимых ресурсов. Так было получено подтверждение целесообразности введения в учебный процесс сквозного практикума по моделированию всех рассматриваемых процессов, как единой на весь период подготовки выпускников учебной дисциплины, с общих позиций отражающей нарастание способностей студентов решать все более сложные профильные задачи, а также проводить исследования оценки их текущей компетентности. Такого рода модель с успехом может применяться и при решении вопросов целесообразности введения нового направления подготовки, изменения числа зачисляемых студентов, изменения структуры аудиторно-лабораторного фонда и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все технические вузы страны, несмотря на единые образовательные стандарты, функционируют в неодинаковых условиях, обладают различными ресурсами, реализуют свою индивидуальную логику поведения и должны давать обоснованные ответы на постоянно возникающие вызовы. В этой связи им необходимы средства, позволяющие с достаточным уровнем адекватности решать задачи анализа ситуации, прогноза ее развития и выработки обоснованных решений.

Перспективным средством такого назначения может стать научно-практический комплекс «Наш вуз», в основе которого лежит компьютерная система, способная на достаточном уровне адекватности воспроизводить деятельность рассматриваемого вуза.

Представленный материал может стать основой для развертывания дискуссий по затронутой теме и площадкой для обмена соответствующим опытом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровков А.И. Глобальные тренды в инженерном образовании / А.И. Боровков, В.М. Марусева, Ю.А. Рябов, Л.А. Щербина // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Гуманитарные и общественные науки. 2018. Т. 9. № 4. С. 58-76.

2. Бурганова Н.Т. Профессиональные компетенции инженера // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2016. № 3 (70). С. 42-28.
3. Варшавский А.Е., Кочеткова Е.В. Проблемы дефицита инженерно-технических кадров // Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 32 (431). С. 2-16.
4. Принятие решений при управлении организационными системами : монография / С.М. Вертешев, М.В. Воронов, П.В. Герасименко, М.В. Кремков. Псков : Псковский государственный университет, 2019. 218 с.
5. Воронов М.В. Конструктивно-имитационное моделирование слабоструктурированных систем // Известия МАН ВШ. 2007. № 4(42). С. 156-165.
6. Ерцкина Е.Б. Проектирование компетентностной модели выпускника технического вуза // Человек и образование. 2011. №3 (28). С. 49-53.
7. Королев Е.В., Беспалов А.Е., Агафонова В.В. Учебно-методическое обеспечение образовательных программ // Строительство: наука и образование. 2018. Т.8. № 3. С. 67-73.
8. Мартыненко А. Технические университеты России мирового уровня (по данным предметных рейтингов QS) // Univer.Expert. Академический критик. 2019. 26 февраля.
9. Михайловский А.В. Инженерная деятельности и техническая форма жизни // Философия науки и техники. 2018. Т. 23. № 1. С. 29-42.
10. Отчёт о заседании Совета при Президенте РФ по науке и образованию 23 июня 2014. URL: https://vpk.name/news/112441_zasedanie_soveta_po_nauke_i_obrazovaniyu.html (дата обращения: 14.01.2022).
11. Семушин И.В. Адаптивное оценивание и управление для сложных систем: прошлые достижения и нерешенные задачи // Профессорский журнал. Серия: Технические науки. 2019. № 1 (1). С. 31-45.
12. Carnevale, A.P. STEM. Executive summary. 2014 / A.P. Carnevale, N. Smith, M. Melton. Washington, DC, 2014. URL: <https://cew.georgetown.edu/wp-content/uploads/2014/11/stem-execsum.pdf> (дата обращения 15.01.2022).
13. Edstom K., Kolmos A. PBL and CDIO: complementary models for engineering education development // European Journal of Engineering Education. 2014. Vol. 39. № 5. P. 539-555.

A SYSTEMATIC APPROACH TO MODELING ACTIVITIES OF A TECHNICAL UNIVERSITY

Voronov Mikhail Vladimirovich
doctor of technical sciences, professor
Moscow State Psychological and Pedagogical University

The problems of modern universities that train engineers are considered. The task of supporting the development processes of such universities is formulated. An approach to the construction of software complexes modeling university activities from the standpoint of a systematic approach is proposed.

Keywords: engineer, education, university, management, model