

Подготовка будущих инженеров для работы в междисциплинарных командах и проектах

Казанский национальный исследовательский технологический университет
В.В. Кондратьев

Обоснована необходимость методологической подготовки студентов в инженерном вузе, актуализированная новыми техническими и технологическими подходами к современным производствам. Сделан акцент на междисциплинарные программы инженерного образования и тенденции их развития. Приведен пример междисциплинарных модулей, позволяющих сформировать у студентов творческую составляющую будущей инженерной деятельности.

Ключевые слова: инженерная деятельность, междисциплинарные программы инженерного образования, междисциплинарный подход, междисциплинарные модули.
Key words: engineering activity, interdisciplinary programs of engineering education, interdisciplinary approach, interdisciplinary modules.

Перемещение акцента с трудоемких процессов на наукоемкие определяет возрастание роли и значения методологической подготовки студентов в технологическом вузе. Тот факт, что представителям различных специальностей – технологам, инженерам, экономистам не хватает не специальных знаний, а общеметодологических представлений, объясняется реальным отсутствием целенаправленного формирования преподавателями высшей технической школы способности к осуществлению такой деятельности. Многие современные производства требуют принципиально новых технических и технологических подходов, которые могут разработать только специалисты, способные интегрировать идеи из различных областей науки, оперировать междисциплинарными категориями, комплексно воспринимать инновационный процесс.

Поэтому важнейшей задачей высшей технической школы является осуществление перехода от массового обучения к высококачественной подготовке специалистов, знающих не только все проблемы своей узкопрофессиональной деятельности, но и глубокие фундаментальные основы [1, с. 7].

Существующая в настоящее время система массового обучения практически не учитывает новый социальный заказ высшей технической школы, что позволяет выделить противоречия между: назревшей потребностью принципиально новых технических и технологических подходов к современным наукоемким производствам, требующим специалистов, способных оперировать междисциплинарными категориями, и сохранившимся пока узкопрофессиональным подходом к решению поставленных задач; объективной необходимостью подготовки студентов в технологическом вузе к новой методологической деятельности и недостатком методологических знаний у преподавателей и студентов [1, с. 11].

Основными методологическими подходами к решению данной проблемы являются:

- системно-функциональный подход, позволяющий определить структуру, содержание и функции подсистемы, установить ее предметные и междисциплинарные связи с содержанием профессиональной подготовки современного специалиста;

- интегративный подход, позволяющий гармонизировать цели математической и профессиональной подготовки через интеграцию содержания общеобразовательных, профессиональных, специальных и естественнонаучных дисциплин.

В эпоху ограниченности природных ресурсов, многочисленных нарушений нормальных экологических условий, высокоэффективных, но и опасных технологических процессов инженер является ключевой фигурой в жизни общества. Именно он всегда должен олицетворять искусство создания материальных благ; прогресс человеческой цивилизации в разработке новых поколений средств связи, транспорта, энергетических источников и сооружений, в строительстве предприятий и жилищ, культурных и образовательных учреждений, в создании продуктов питания и одежды, полиграфической продукции, бытовой техники и средств производства, сооружений, материалов, веществ, наконец, в создании средств личной защиты и защиты окружающей среды, в разработке недр и переработке природных ресурсов [2, с. 13-14].

Современный этап инженерной деятельности характеризуется принципиально новыми техническими и технологическими подходами к производствам, перемещением акцента с трудоемких процессов на наукоемкие. Можно назвать его этапом научно-технологической революции. На смену прежнему образу естественнонаучной картины мира и образу техносферы приходит новый образ, синтезирующий первое и второе как предпосылку новых интегрирующих видов деятельности. В настоящее время имеется большое число областей профессиональной деятельности, которые интеграционными процессами затронуты пока еще слабо. Быстрее всего процесс синтеза протекает в новейших областях профессиональной деятельности, так как их аксиоматика, сложившаяся под влиянием ведущих тенденций совре-

менности, сама связана с все большим единством научной и технической деятельности [3, с. 131].

В развитии научного, технического и социального знания можно выделить похожие этапы. Последний этап связан с синтезом естественнонаучного, технического знания со знанием социального, гуманитарного плана. Пришло время от практики постоянного расширения номенклатуры дисциплин, подлежащих изучению во вузах, перейти к решению задачи синтеза новых учебных предметов и дисциплин, не имеющих аналогов в номенклатуре научных дисциплин и опирающихся на новое понимание единицы знания, на выделение некоторого нового его кванта. Пока же мы по-прежнему пользуемся единицами описания опыта, сложившимися в XX в., в то время как опыт нашей жизнедеятельности приобрел качественно новое содержание.

В современных условиях инженер является посредником между наукой и производством, ритмичная и эффективная работа которого все в большей мере зависит от качества инженерно-технических решений на стадиях исследовательской и проектной деятельности. По примерным подсчетам, ошибка «стоимостью» всего в один рубль в процессе исследования оборачивается десятью рублями потерь на этапе конструирования, сотней – при изготовлении образца изделия и тысячью – в процессе его освоения и эксплуатации [1, с. 21-22].

В мировой практике программы инженерного образования подразделяют на три типа:

- «традиционные», нацеленные на конкретную инженерную профессию (направление, специальность) той или иной степени широты и профиля подготовки;
- «интегрированные» («соединенные» или «включенные») программы, которые предполагают совместную деятельность вуза или его структурного подразделения с предприятием, научно-производ-



В.В. Кондратьев

ственным объединением и/или научно-исследовательской деятельностью обучающихся;

- «междисциплинарные», имеющие большее по сравнению с традиционными программами количество изучаемых дисциплин из различных областей знаний в связи со «стыковым» или «сдвоенным» содержанием данного направления профессиональной инженерной деятельности [1, с. 72-73].

Как сказал вице-президент корпорации «Боинг» Э.Б. Стер: «Необходимо подчеркнуть, что университетская программа с длительностью освоения ни в 4, ни в 5, ни даже в 10 лет не способна обеспечить выпуск полностью подготовленного к жизни и профессиональной деятельности инженера, поэтому попытку научить его всему бесполезны. Студент должен быть подготовлен к тому, чтобы учиться и совершенствоваться всю жизнь, а также к работе в условиях постоянной смены профессионального партнерства на протяжении всей своей профессиональной карьеры» [4, с. 159].

В этой связи заслуживает внимание еще один важный момент – развитие интеграции системы инженерного образования с научной сферой и производством. Делаются попытки по-новому выстраивать программы инженерного образования. Например, создана программа [5, с. 29], рассчитанная на подготовку выпускника с присвоением квалификации «Интегративный инженер».

Можно отметить общие тенденции развития различных типовых программ инженерного образования [6, с. 16-17]:

- в мировой системе наблюдается эволюционный процесс сближения структуры (и содержания) национальных инженерных образовательных программ различных уровней или ступеней подготовки специалистов;
- в настоящее время многие национальные программы инженерного образования приобрели принятый

и в нашей стране вид, а также стали содержать блоки дисциплин различных профессиональных специализаций;

- типовые инженерные образовательные программы все отчетливее приобретают черты ориентированных на несколько смежных областей техносферы междисциплинарных программ, в них чаще предусматривается тесное взаимодействие вузов с соответствующими сферами науки и производства;
- в высшей технической школе формируется методология сочетания освоения отдельных дисциплин и дисциплинарных циклов с междисциплинарными интегративными модулями подготовки специалистов;
- в современном инженерном образовании наблюдается переход от информативно-фактологического к проблемному обучению, понятийному освоению принципов инженерии, связей явлений, процессов и механизмов, ориентации на системное профессиональное обучение;
- самосовершенствование и развитие специалиста на протяжении всей его дальнейшей профессиональной деятельности.

Эти тенденции в целом хорошо согласуются с разработанными в нашей стране проектами образовательных стандартов с повышенной гибкостью структуры подготовки специалистов и проектом нового перечня образовательных программ, ориентированных на более широкие направления профессиональной деятельности [7, с. 47], в котором междисциплинарные и интегрированные программы инженерного образования представлены в существенно большем объеме.

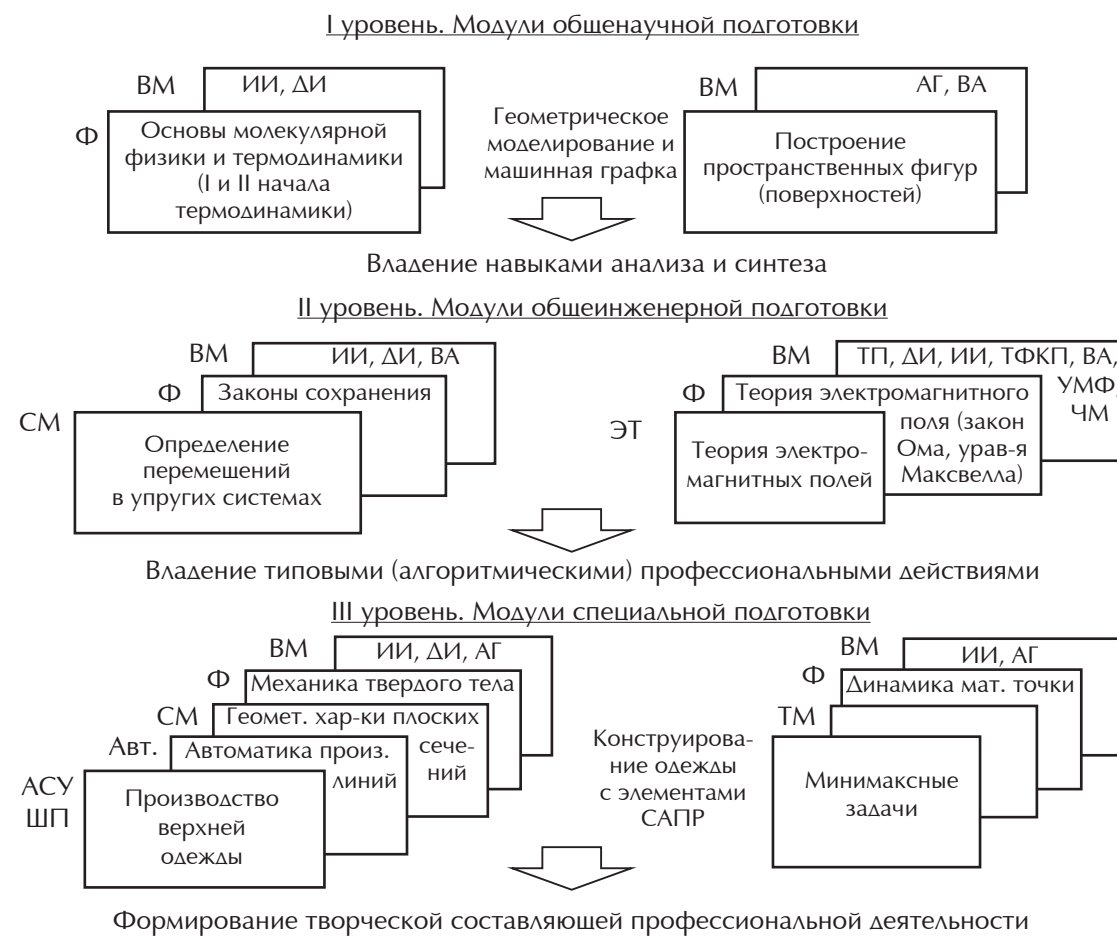
При междисциплинарном подходе [8, с. 83-85] учебные дисциплины и даже отдельные разделы и темы в них рассматриваются как части определенных ступеней иерархии профессиональной под-

готовки. Каждая из этих частей может содержать ряд междисциплинарных модулей, носящих индивидуальный характер с точки зрения учебно-научного знания по специальности и объединенных единым требованием к уровню сформированного результата подготовки. Модули общенаучной подготовки при этом объединяются по признаку преимущественного формирования первого уровня интеллектуализации инженерной дея-

тельности – владения навыками анализа и синтеза; модули общеинженерной подготовки – алгоритмического или интеллектуально-моторного уровня; модули специальной подготовки – творческого интеллектуального уровня (рис.1).

Формирование того или иного психолого-профессионального уровня интеллектуализации будущей инженерной деятельности является для преподавателя необходимой задачей. В модуль могут

Рис. 1. Междисциплинарные модули



Обозначения:
Ф – физика, СМ – сопротивление материалов, ТМ – теоретическая механика, ЭТ – электротехника, Авт. – автоматика, АСУ ШП – автоматизированные системы управления швейными производствами, ВМ – высшая математика, ВА – векторный анализ, АГ – аналитическая геометрия, ДИ – дифференциальное исчисление, ИИ – интегральное исчисление, ТФКП – теория функций комплексного переменного, ТП – теория поля, УМФ – уравнения математической физики, ЧМ – численные методы.

входить темы и разделы как предшествующих начальных, так и последующих завершающих дисциплин. Формирование подмодулей, включающих пройденные разделы и дисциплины, должно заканчиваться решением типовых комплексных задач, которые составляются преподавателями завершающего модуля.

Выделение модулей предполагает бригадно-модульную организацию обучения преподавателями различных кафедр с предварительным созданием ими программы деятельности по дисциплинам. Примером содержательного модуля в специальности «Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов» является междисциплинарный модуль «Теория электромагнитных полей», в основе которого лежит тема «Теория поля» из курса высшей математики как базовая (кроме нее, темы «Дифференциальное и интегральное исчисление», «Теория функций комплексной переменной», «Векторный анализ», «Дифференциальные уравнения с частными производными», «Численные методы»). В модуль входит базовая тема из физики «Теория электромагнитного поля» (кроме нее, темы «Закон Ома», «Уравнения Максвелла»). Завершается подготовка по модулю изучением раздела «Теория электромагнитных полей» из курса электротехники (рис.1) [1, с. 225-227].

Научный прогресс «размывает» барьеры между различными отраслями науки одновременно по различным направлениям. Рушится жесткое противопоставление «точных» и «неточных» наук. Оказывается несостоятельным отрыв естественнонаучных дисциплин от общественно-гуманитарных, основанный на непомерном преувеличении специфики природных и социальных явлений. Выкристаллизовывается понимание того, что наука, как писал М. Планк, «представляет собой внутренне единое целое. Ее разделение на отдельные области обусловлено не столько природой вещей, сколько ограниченностью

способности человеческого познания. В действительности существует непрерывная цепь от физики к химии, через биологию и антропологию к социальным наукам, цепь, которая ни в одном месте не может быть разорвана, разве лишь по произволу». Вместе с тем единство науки, ее целостность, органическая взаимосвязь всех ее отраслей не есть нечто данное изначально и окончательно. Это – исторический продукт, итог длительного, противоречивого и никогда не завершающегося пути теоретического освоения действительности. Единство науки реализуется лишь как процесс ее интеграции [1, с. 275].

Признание целостности науки [9, с. 29] отнюдь не равнозначно субъективистскому истолкованию специфики ее различных отраслей, отрицанию объективных качественных – хотя и не абсолютных – граней между ними. Интеграция наук реализуется все больше через дальнейшую их дифференциацию, а углубленное изучение и анализ предмета способствуют теоретическому синтезу.

В истории педагогических учений трудно найти прогрессивного деятеля педагогической науки, который не протестовал бы против вынужденной разобщенности учебных предметов. По словам Ж.-Ж.Руссо, «когда имеешь настоящую склонность к наукам, первое, что чувствуешь, предаваясь им, это их связь между собой, в силу которой они взаимно притягиваются, помогают друг другу и объясняют друг друга так, что ни одна не может обойтись без другой. Хотя ум человеческий не может охватить их все и необходимо всегда предпочесть одну как основную, но если не иметь некоторого представления о других, часто пребываешь во мраке даже в своей...» [10].

По мере развития и прогресса науки интегративные тенденции к взаимовлиянию и взаимопроникновению различных областей знания проступали все ярче и ярче.

Выдающийся ученый В.И. Вернадский, основатель таких новых интеграль-

ных направлений в науке, как геохимия, биогеохимия, радиогеология, говоря о значении математизации науки, писал: «Законы логики естествознания – логики понятия вещей – различны в различных геологических оболочках Земли. Мы не в состоянии представить себе конкретно те явления, которые там в действительности имеют место. Мы можем точно подойти к ним в научной работе обычно только математически – в виде символов, логически созданных отголосков реальности, но не можем иметь о них

эмпирического, конкретного, прямого представления. В этом – огромное значение математики для естествознания» [11, с. 69].

Исследование тенденций и закономерностей, происходящих в современной науке [12, с. 8-12], показывает, что дифференциация и интеграция протекают в ней как два противоположно направленных, но в то же время находящихся в тесной диалектической взаимосвязи и взаимообусловленности процесса познания явлений и действительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьев, В.В. Фундаментализация профессионального образования специалиста в технологическом университете / В.В.Кондратьев. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2000. – 323с.
2. Duggan, T.V. Engineering education, industry and lifelong learning / T.V. Duggan, T.J. Oliver // Proc. Int. UNESCO Conf. of Eng. Education (ICEE'95), May 23–25, 1995, Moscow. – М.: [s. n.], 1995. – P. 13–14.
3. Кондратьев, В.В. Методология инновационного развития науки и высшего профессионального образования / В.В. Кондратьев. – Казань: Школа, 2009. – 236 с.
4. Stear, E.B. An industry role in enhancing engineering education // Proc. World Congr. of Eng. Education and Industry Leaders, July 2–5 1996, Paris: Final Report. Pt. I / UNESCO [et al]. – Paris: UNESCO, 1996. – P. 157–162.
5. Mackney, M.D.A. The engineering curricula at the United States Naval Academy // Proc. 3rd World Conf. on Eng. Education, Sept. 20–25 1992, Portsmouth, UK. – Southampton, Boston: Computational Mechanics Publications, 1992. – Vol. 2. – P. 27–32.
6. Высшее техническое образование: мировые тенденции развития, образовательные программы, качество подготовки специалистов, инженерная педагогика / В.М. Приходько, В.Ф. Мануйлов, В.Н.Луканин [и др.]. – М.: МАДИ (ГТУ), 1998. – 304 с.
7. Проектирование государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования нового поколения: метод. рекомендации для рук. УМО вузов Рос. Федерации / А.Д. Ананьин, В.И. Байденко [и др.]. – М.: Исслед. центр проблем качества подгот. специалистов, 2005. – 126 с.
8. Карпов, В.В. Инвариантная модель интенсивной технологии обучения при многоуровневой подготовке в вузе / В.В. Карпов, М.М. Катханов. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. электротехн. ун-та, 1992. – 142 с.
9. Игнатьева, Н.Н. Разнообразие путей достижения целостности знаний у будущих специалистов // Интеграция в педагогике и образовании. – Самара: Изд-во СИПК, 1994. – С. 27–32.
10. Руссо, Ж.-Ж. Исповедь // Мысли о науке / сост. В.П. Пономарев. – Кишинев: Штиинца, 1973. – С. 81.
11. Вернадский, В.И. Размышления натуралиста // Пространство и время в неживой и живой природе. – М.: Наука, 1975. – Кн. 1. – С. 69.
12. Данилюк, А.Я. Метаморфозы и перспективы интеграции в образовании // Педагогика. – 1998. – № 2. – С. 8–12.