

УДК 378.6:62:16

Горнов Александр Олегович, канд. техн. наук, доц.,
НИУ «МЭИ», Россия, 111250, Москва, Красноказарменная ул., 14, gornov12@yandex.ru

Кондратьев Владимир Владимирович, д-р пед. наук, проф.,
КНИТУ, Россия, 420015, Казань, К. Маркса, 68, vvkondr@mail.ru

Усанова Елена Владимировна, канд. пед. наук,
КНИТУ-КАИ, Россия, 420111, Казань, К. Маркса, 10, usanovahelena@mail.ru

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД К ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ НА ОСНОВЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТНОЙ ЛОГИКИ

Аннотация. В статье авторы рассматривают изменение роли инженера в высокотехнологичной промышленности и обществе, обновление методологии и содержания инженерного образования на основе тенденций и подходов современного наукоемкого инжиниринга и CE/PLM-концепции. Обосновывается необходимость перехода к естественной структуре инженерной подготовки, проблемы организации которой естественным образом решаются в рамках предлагаемой концепции такой подготовки (NL – Natural occurring Learning).

Ключевые слова: инженерная подготовка, междисциплинарность, концепция параллельного инжиниринга, концепция естественной структуры инженерной подготовки.

Gornov Alexandr O., Ph. D., associate professor,
NRU MEI, 14, Krasnokazarmenny, Moscow, 111250, Russia, gornov12@yandex.ru

Kondratyev Vladimir V., Ph. D., professor,
KNRTU, 68, K. Marx, Kazan, 420015, Russia, vvkondr@mail.ru

Usanova Elena V., Ph. D.,
KNRTU-KAI, 10, K. Marx, Kazan, 420111, Russia, usanovahelena@mail.ru

INTERDISCIPLINARY APPROACH TO ENGINEERING TRAINING ON THE BASIS OF NATURAL ACTIVITY LOGIC

Abstract. In article the authors consider change of a role of the engineer in the hi-tech industry and society, updating of methodology and the maintenance of engineering education on the basis of tendencies and approaches of modern knowledge-intensive engineering and CE/PLM concept. Need of transition to natural structure of engineering training which problems of the organization are naturally solved within the offered concept of such preparation (NL – Natural occurring Learning) locates.

Key words: Engineering training, interdisciplinarity, concept of parallel engineering, concept of natural structure of engineering training.

Глобализация, гиперконкуренция, проблемы демографии, а также последние достижения науки, увеличение доли меж- и мульти-дисциплинарных исследований, быстрое развитие и усложнение наукоемких технологий оказывают существенное влияние на изменение роли инженера в высокотехнологичной промышленности и современном обществе [5, 8].

Потребности глобальной экономики знаний качественно меняют характер инженерного образования, требуя, чтобы современный инженер владел гораздо более широким спектром ключевых компетенций, чем освоение узкоспециализированных научно-технических и инженерных дисциплин. Осознание важности базовых технологических инноваций для конкурентоспособности экономики и национальной безопасности требует новых приоритетов для инженерной деятельности. Тесное взаимодействие и взаимопроникновение фундаментальных и прикладных исследований, меж- и мультидисциплинарный характер новых наукоемких технологий, позволяющих решать комплексные задачи в традиционных, смежных и новых областях, требуют новых парадигм инженерной подготовки [4].

В качестве основных условий перехода к инновационному инженерному образованию необходимо отметить обновление его методологии и содержания на основе тенденций и подходов современного наукоемкого инжиниринга в рамках построения единого национального комплекса «(инженерное образование – наука – промышленность) *инновации» и формирующейся инновационной экономики знаний [4, 8].

Для современного инжиниринга в контексте тематики статьи характерным является применение следующих подходов и инновационных технологий:

1. «Конкурентное» / параллельное / совместное проектирование – совместная работа экспертов из различных подразделений предприятия на

как можно более ранней стадии разработки продукта с целью достижения высокого качества, функциональности и технологичности за наиболее короткое время с минимальными затратами. Оно имеет целью увеличить конкурентоспособность продукции за счет сокращения жизненного цикла (ЖЦ) изделий, а также повышения качества и снижения цены.

2. Проблемы организации командной работы над проектами и эффективного управления информацией об изделии на протяжении его жизненного цикла привлекали к себе внимание с 1980-х годов. В конце минувшего тысячелетия IBM разработала концепцию – PLM (Product Lifecycle Management – жизненный цикл продукта, изделия), и спрос на PLM-продукты стал расти, несмотря на спады и кризисы мировой экономики. Под PLM подразумевается совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенном продукте до утилизации изделия после его использования. При современном подходе обычно выделяют 11 этапов ЖЦ изделия [3].

Применение концепции PLM в сложном многооперационном производстве, характерном для наукоемких предприятий, «де факто» – необходимое условие повышения конкурентоспособности каждого предприятия за счет повышения качества выпускаемой продукции и степени удовлетворенности заказчика. Концепция параллельного инжиниринга (CE – Concurrent Engineering) в PLM-методологии поддержки жизненного цикла изделий на основе комплексной информатизация машиностроительных производств стала мощнейшим фактором влияния на изменение методологии проектно-технологической деятельности. От последовательного процесса разработки изделий в PLM-методологии в наукоемком машиностроении осуществляется стремительный переход к совместному (параллельному) процессу в CE/PLM. Эти изменения в характере инженерной деятельности, связанные с информатизацией производства на базе CE/PLM, проецируются на подготовку специалистов [3].

Противоречия, сложившиеся в традиционной структуре отечественной инженерной подготовки и характерные для современного периода «продвижения к постиндустриальной перспективе» [2, 4], тормозят ее развитие и тем самым определяют необходимость обеспечения её адекватности процессам интенсивной информатизации машиностроительных производств.

На фоне этих противоречий, сложившихся в инженерной подготовке, и связанных со стремительно развивающимися процессами интеграции и информатизации высшего технического образования, очевидна основная проблема инженерной подготовки и средство её решения – системная реструктуризация процесса инженерной подготовки. С переходом промышленности от последовательного PLM-процесса к концепции CE/PLM эти противоречия ускорили необходимость перехода к естественной структуре инженерной подготовки, организация которой естественным образом решается в рамках концепции естественной структуры инженерной подготовки (NL – Natural occurring Learning) [1–3].

Авторы данной работы являются сторонниками этой концепции, сформулированной еще в 1994 г. [1]. Концепция зародилась в рамках работы методологического семинара в МЭИ по проблемам инженерного проектирования. Так или иначе, на ее формирование повлияли точки зрения просветителя и педагога Я.А. Коменского, а также отечественных профессоров А.И. Суббетто, В.Ф. Взятышева, Ю.В. Кандырина, А.И. Половинкина, М.В. Капранова и др.

Подчеркнем основные отличия между естественным свободным познавательно-образовательным процессом и главными признаками типовой, искусственно синтезированной структуры отечественной инженерной подготовки. Последняя до сих пор в главном реализуется традиционной основной образовательной программой, так или иначе сохраняющейся как платформа для проводимых в последние годы официальных новаций.

1. Естественный (нерегламентированный некой образовательной структурой) познавательный процесс начинается с комплекса ощущений от «общения» с объектом и физическими процессами данной предметной области в целом, постепенно расчлняя, дифференцируя их, переходя к каким-либо моделям объекта (процесса), выделяя в явном виде последовательность аналитических этапов.

Искусственная образовательная система (ИОС) предполагает опережающее изучение моделей абстрактного уровня (математики, общей физики и других теоретических дисциплин), т.е. изучение моделей в ИОС опережает изучение моделируемого объекта или процесса.

2. Естественные познавательно-образовательные циклы NL согласуются с последовательно возникающими видами деятельности в технике, опираясь на логичность постепенного «проникновения» в сущность и характеристики объекта (процесса) путем все более и более его подробного описания.

Учебные планы инженерной подготовки в ИОС построены по принципу последовательного перехода от естественнонаучных дисциплин (ЕНД) к общетехническим и общепрофессиональным для данной области, а затем специальным, тем самым надолго откладывая познание конкретной объектной области и деятельности в ней.

3. В естественном образовательном процессе ведущей целью является выявление связей внутренних параметров объекта (процесса) с его внешними параметрами – показателями качества (как правило, противоречивыми, сложными и интегральными).

В рамках классических технических теорий и дисциплин показатели качества редко выделяются как управляемые интегральные параметры.

4. В естественной практике технический объект (процесс) един, как носитель уровня интеллектуально-технологических возможностей и ценностей (эстетических, в частности) своего времени и, в силу

объективной специфики восприятия человеком окружающей действительности, воспринимается и оценивается человеком объективно-субъективно.

В ИОС в технических дисциплинах фигурируют, как правило, только утилитарно-метрические характеристики объектов (процессов).

В дисциплинах социально гуманитарного цикла только субъективно-ценностные, но ... других объектов. Естественное двуединое восприятие объективного мира разрушено.

5. Для естественного преобразующе-образовательного процесса характерны противоречивые постановки задач, наличие условий и ограничений, постоянная проблематика сознательного выбора из работоспособных альтернатив.

Типовой учебный процесс же базируется в основном на бесконфликтности вариантов решения учебных задач, а выбор, как важнейший элемент реальной деятельности, практически сведен к выбору между ошибкой и единственно правильным результатом.

В целом традиционная структура инженерной подготовки исходно «направлена» на синтез, игнорируя обязательную для процесса познания стадию анализа. Существующие структуры направлены на синтез потому, что инженерная подготовка начинается с цикла ЕНД: теоретических дисциплин, оперирующих абстрагированными моделями высокого уровня и дифференцированными представлениями, а не с декомпозиции целого (здесь имеется в виду, не общее и частное, а целое и часть!).

Дополнительно заметим, что на стадии общетехнической и особенно специальной подготовки приходится заново, на прикладном материале, осваивать методы и положения ранее изучавшихся фундаментальных дисциплин, особенно высшей математики, физики, механики и т.д.

Это прямое следствие их формализованного изучения, без постоянной поддержки прикладной потребности.

Основу для построения NL определяют следующие тезисы [1, 2]:

1. Логику любой человеческой деятельности можно представить обобщенной структурой, инвариантной к виду и сфере человеческой деятельности, в том числе в технике. Любая деятельность сначала представляется некой мыслительной или материальной моделью, т.е. проектируется. Поэтому структура деятельностных этапов практически совпадает со структурой проектирования и дополняется лишь этапом реализации.

2. Учебный процесс есть деятельность по преобразованию исходного уровня знаний, навыков и умений обучающегося до состава и уровня, необходимого и достаточного для реализации определенного вида деятельности в технике.

3. Структура учебного процесса как деятельности должна совпадать с обобщенной структурой деятельности.

Как модель учебного процесса она предполагает наполнение ЗУВ, поддерживающими фазы всех видов деятельности в технике на каждом её уровне. Например, базовые теоретические дисциплины относятся к дисциплинам, поддерживающим фазы моделирования и анализа моделей на каждом уровне. При этом, в отличие от традиционных учебных планов, изучение моделей не опережает изучение моделируемых объектов и процессов, так как следует после представления прототипов в явном виде. Модели усложняются по мере усложнения деятельности, и изучение их абстрактных форм предполагают при завершении подготовки.

Цикл «анализ-синтез» может быть предусмотрен последовательно на каждом деятельностном уровне или осуществлен «подъем» по аналитической части циклов до верхнего уровня, а «спуск» по их синтетическим (продуктивным) этапам. Первая траектория рациональна при полноформатной инженерной подготовке, вторая – при ускоренной или укороченной. Более того, не противоречит

фрактальности стратегия, при которой (стадия анализа) аналитический этап реализуется по всем уровням параллельно и, соответственно, таким же «широким фронтом» организован (стадия синтеза) синтетический этап.

Реализация NL стала возможной благодаря прогрессу в информатизации образования. Основные объективные признаки концепции NL, определяющие проблемы ее реализации, состоят в том, что на начальных стадиях подготовки ЕНД предполагают акцентированное прикладное начало, переходя к абстрагированным моделям по мере приближения подготовки к ее завершающей стадии. Это требует в первую очередь расширения межпредметной эрудиции преподавателей, унификации терминологии. Методическое обеспечение NL при этом требует реформатирования учебно-методической информации и перестройки организационной структуры учебного процесса.

Учебный процесс в NL предполагает большую дробность, подачу дисциплин порциями в соответствии с фазами модели данной деятельности. Но это не означает необходимости большого числа «переключений» обучающегося. Наоборот, в каждый момент он сосредоточен на анализе или синтезе решения единой деятельностной задачи с предметно сформулированной целью и желаемым результатом. Обратим также внимание на то, что NL согласуется с естественными для человека процессами и состояниями.

Проектирование инженерной подготовки в рамках концепции NL требует нового понимания, переосмысления традиционной дидактики. В рамках NL главную роль должна играть проектная дидактика с её методологией генерации новых идей. Меняется и дидактика учебно-информационного взаимодействия с целью повышения эффективности образовательного процесса, который позволит сформировать нужные навыки, соответствующие образовательные контенты и технологии оценки для нового поколения выпускников вузов.

К основным инновационным составляющим концепции NL, позволяющим осуществлять инженерную подготовку в формате современных ИКТ, относятся [1, 3]:

- наличие ясной и естественной системообразующей идеи;
- объективность ее генерирующего структурного ядра;
- согласованность со структурой естественных этапов и логикой познавательно-преобразующей функции деятельности человека;
- непротиворечивость естественным процессам восприятия и познания человеком окружающего мира;
- наднациональный характер основных принципов NL как предпосылка упрощения коммуникаций в сфере инженерного образования;
- сквозной фрактальный характер структуры NL, включающий структуры решения частных учебных задач, совпадающих со структурой жизнедеятельности обучающегося;
- алгоритмичность как основа для всесторонней информатизации образовательного процесса;
- органичность формирования любого спектра компетенций, в том числе мировоззренческого и общекультурного характера;
- инвариантность и стабильность структуры подготовки в какой-либо области техники и вида деятельности в ней.

Методическое обеспечение NL при этом требует реформирования учебно-методической информации и перестройки организационной структуры учебного процесса, переподготовки преподавательского состава [6, 7].

Чтобы сформировать гармоничного специалиста, обладающим «системным, и даже глобально цивилизационным инженерным мышлением, нужно, чтобы и сами преподаватели технических вузов преодолевали свой узкопрофессиональный взгляд на задачи обучения и роль своей учебной дисциплины. Необходимо, чтобы сами преподаватели

стремились и обладали комплексным фундаментально-техническим, экономико-экологическим, гуманитарно-психолого-педагогическим базисом научных представлений, в результате чего даже при преподавании узких технических дисциплин комплексная эрудиция и системность мышления преподавателя позволит давать студентам комплексно-синтезированной научную информацию, формировать всесторонне развитую личность человека XXI века» [9].

Структура NL является объективным и понятным навигатором для обучающегося в пространстве знаний. В этом виртуальном пространстве, когда знания не связаны традиционной «пропиской» в тех или иных учебных планах и кафедрах, а преподаватели более свободны в организационно-методическом отношении, гораздо меньше объективных препятствий на пути нового структурирования учебного процесса. Ясность структуры NL позволяет четко профилировать инженерную подготовку и создает предпосылки к автоматизации процесса составления учебных планов.

NL получает свободу реализации в рамках единой деятельностно-познавательной логики. Именно результаты внедрения новых IT в области образования позволяют говорить о реализации NL. Можно говорить о возможности реализации NL в рамках открытых виртуальных технических университетов. Реализация NL стала возможной благодаря прогрессу в информатизации образования, формированию баз знаний.

Список литературы

1. Горнов, А.О. Естественные и искусственные структуры учебного процесса / А.О. Горнов, В.А. Анисимов // Высшая школа России: научные исследования и передовой опыт: информационно-аналитический сборник / НИИВО. – М., 1994. – Вып. 9–10. – С. 1–45.

2. Горнов, А.О. Основные положения концепции естественной структуры инженерной подготовки (Natural occurring Learning – NL) /

А.О. Горнов, Л.А. Шацилло // Образование и саморазвитие. –
2013. – № 4 (38). – С. 30–36.

3. Горнов, А.О. Формирование образовательных программ
в контексте концепции естественной структуры (NL) инженерной
подготовки / А.О. Горнов, Л.А. Шацилло, Е.В. Усанова // Электронная
Казань-2014: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. – Казань:
ЮНИВЕРСУМ, 2014. – Ч. 1. – С. 176–184.

4. Интегративные основы инновационного образовательного
процесса в высшей профессиональной школе / Л.И. Гурье [и др.];
под ред. В.В. Кондратьева. – М.: ВИНТИ, 2006. – 224 с.

5. Кондратьев, В.В. Подготовка будущих инженеров для работы
в междисциплинарных командах и проектах / В.В. Кондратьев //
Инженерное образование: журнал АИОР. – 2016. – № 20. – С. 98–103.

6. Кондратьев, В.В. Особенности профессиональной переподготовки
и повышения квалификации преподавателей в национальном
исследовательском университете / В.В. Кондратьев, В.Г. Иванов //
Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2016. – № 1 (7). – С. 38.

7. Кондратьев, В.В. Подготовка преподавателей к обучению будущих
инженеров на основе междисциплинарного подхода / В.В. Кондратьев,
В.Г. Иванов // Инженерное образование: журнал АИОР. – 2016.
– № 20. – С. 189–196.

8. Современное инженерное образование: учеб. пособие /
А.И. Боровков [и др.]. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 80 с.

9. Столяренко, А.М. Психология и педагогика / А.М. Столяренко. –
М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 544с.

References

1. Gornov A.O., Anisimov V.A. *Vyshaya shkola Rossii: nauchnye
issledovaniya i peredovoy opyt*, Sbornik statei, Moscow, 1994, no. 9–10, pp. 1–45.

2. Gornov A.O., Shatsillo L.A. *Образование и саморазвитие*, 2013, no. 4 (38), pp. 30–36.
3. Gornov A.O., Usanova E.V., Shatsillo L.A. *Materialy Mezhdunarodnoi konferentsii “Electronic Kazan-2014” in 2 parts*, Kazan, 2014, p. 1, pp. 176–184.
4. Gurye L.I., Kirsanov A.A., Kondratyev V.V., Yarmakeev I.E. *Integrativnye osnovy innovacionnogo obrazovatel'nogo processa v vyshey professionalnoi shkole* (Integrative bases of innovative educational process at the higher vocational school), Moscow, VINITI, 2006, 224 p.
5. Kondratyev V.V. *Inzhenernoe obrazovanie: zhurnal AIOR*, 2016, no. 20, pp. 96–100.
6. Kondratyev V.V., Ivanov V.G. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*, 2016, no. 1 (7), p. 38.
7. Kondratyev V.V., Ivanov V.G. *Inzhenernoe obrazovanie: zhurnal AIOR*, 2016, no. 20, pp. 178–185.
8. Borovkov A.I., Burdakov S.F., Klyavin O.I., Melnikova M.P., Palmov V.A., Silina E.N. *Sovremennoe ingenernoe obrazovanie* (Modern engineering education), Sankt-Peterburg, Publishing house of Polytechnical University, 2012, 80 p.
9. Stolyarenko A.M. *Psihologiya i pedagogika* (Psychology and pedagogics), Moscow, UNITY-DANA, 2010, 544 p.