

Формирование креативности при подготовке инженеров массовых профессий

Университета Бен-Гуриона в Негеве, Беер-Шева, Израиль
В.И. Лившиц

Рассматривается комплексная проблема формирования креативности в процессе обучения инженера. Фундамент креативности состоит в преодолении «эмбрионизма» и некомпетентности выпускников в соответствии с требованиями компетентностного подхода в инженерном образовании.

Ключевые слова: компетентность, эпистемолог, виртуал, системотехник-генералист.
Key words: competence, epistemologist, erudite, system design engineer.



В.И. Лившиц

Проблемная ситуация.

Стремительное усложнение техносферы и инфосферы формирует новую матрицу входных критериев к инженерам, стремящимся работать в хай-тек, инфо-тек, сайенс-тек. Кадровые службы корпораций сегодня широко практикуют различные способы оценки уровня креативности претендентов.

Как и во многих других случаях, здесь производственная потребность в техносфере опередила инженерное образование – Engineering Education (EE). Сегодняшняя практика функционирования системы EE и её модулей сильно дистанцирована от проблемы обучения креативности. Очень многие вузы, факультеты, отделения, кафедры пребывают сегодня в состоянии Educational Gap (EG) – отрыва, отставания EE от сегодняшних реалий и завтрашних инноваций в техносфере. Работодатели называют это состояние кризисом EE. Результатом EG является выпуск из вуза т.н. инженеров «в белых халатах» – эрудитов, не знающих, боящихся и избега-

ющих деятельности на предприятиях техносферы. Производственники называют таких выпускников «эмбрионами» инженера.

Время от времени вузы принимают отдельные попытки преодоления EG. Но эти попытки приводят чаще всего к тому, что «эмбрионизм» выпускников сменяется их некомпетентностью – «ржавчиной цивилизации», по выражению С.Н. Паркинсона [1]. В сфере EE некомпетентность вплоть до невежества продолжает цвести пышным цветом. А введённые недавно в действие мировые стандарты EE (МС EE) [2, 3, 4, 5] базируются на компетентностном подходе и требуют от EE подготовки выпускника с высоким уровнем профессиональной компетентности (ПК).

Таким образом, проблемное поле в EE можно сегодня обозначить так: через преодоление «эмбрионизма» и некомпетентности – к высокой профкомпетентности – и уже на этом фундаменте формирование профессиональной креативности выпускника.

Какое место должно занимать в ЕЕ обучение креативности? Ведь иные интеллектуалы-гуманитарии убеждены, что любая технология, и в том числе ИД, подавляет креативность, что от инженеров требуется прежде всего конвергентное мышление, тяготение к стереотипам, в то время как креативность базируется на дивергентном мышлении – разномысленном, а часто и вопреки логике.

Этот спор оставляет за бортом обсуждения главную особенность контингента учащихся – разницу в мотивации к учёбе (целевые установки, парадигмы образования – ПО) у разных групп студентов. Одна из базовых аксиом эдукологии ЕЕ фиксирует следующие целевые установки в ЕЕ:

- ПО-1 – ЕЕ как бренд повышения социального статуса индивида.
- ПО-2 – ЕЕ как подготовка профессионалов, востребованных рынком труда.
- ПО-3 – ЕЕ как этический императив к повышению эрудиции в сфере науки.
- ПО-4 – ЕЕ как селекция и подготовка элитных лидеров и групп социальной иерархии.

Образовательные программы (ОП) для разных ПО существенно различаются. Подготовка в одном «котле» слушателей с разными ПО-распространённая ошибка в ЕЕ.

Из сказанного выше ясно, что подготовка инженеров массовых профессий – это не обучение слабых, а ЕЕ для людей, нацеленных на ПО-2, а не на ПО-3. А бакалавриат ПО-2 уже больше ста пятидесяти лет является основным поставщиком профессиональных инженеров в техносферу.

Компьютерная революция привела к возникновению иллюзии, что новая интеллектуализация производственной среды резко уменьшит роль инженеров «в чёрных халатах»

и приведёт к вытеснению их инженерами «в белых халатах». Наиболее экзальтированные дилетанты сформулировали эту тенденцию так: «Инженеры сегодняшней техносферы – это группа специалистов в «белых халатах», столпившихся вокруг компьютера». Однако практика быстро развеяла эту иллюзию – техник и инженер «в чёрном халате» по-прежнему остаются «сердцем и мотором» современной техносферы.

Формирование креативности у будущих креаторов «в черных халатах» должно принципиально отличаться от выращивания вундеркиндов, прилипших к экрану РС.

Многолетняя практика ПД бакалавров (инженеров)-механиков протекает в семи ареалах ПД: конструктор, технолог, линейный руководитель производства, пусконаладчик, эксперт-аналитик, преподаватель, системотехник-генералист. Формирование креативности должно иметь специфический характер для каждого из этих ареалов ПД.

Первые шесть ареалов ПД (проектная, реализационная, сопроводительная, обеспечивающая, профилактическая функции) целью своей имеют обеспечение долговременной стабильной работы выбранного сегмента или элемента техносферы. И лишь один ареал ПД системотехник-генералист занимается инновационно-перспективной стратегией и тактикой, обеспечивая баланс интересов в паре «стабильность объекта ПД – адекватность его инновационным атакам».

При реальных инфоконтактах инженера с объектами техносферы могут возникнуть два этапа ИД:

А. Построение виртуального проекта этого объекта, а затем описание нового изделия, системы или технологии с позиций внешнего субъекта – проектанта; лица, принимающего решения и т.д. Этап реализации

предлагаемых инноваций рассматривается исключительно как результат тривиальных, рутинных действий, полностью лишённых креативности.

В. Овладение новой ПТС или новой технологией с целью получения продуктивных результатов в реальных условиях техносферы и внешней среды на путях преодоления сложности и энтропийного сопротивления, возникающего при реализации инноваций.

Эти проблемы разрешаются посредством нетривиальных, эмпирических, эвристических, креативных решений и действий. Здесь действует конечный пользователь, сегодня уже очень часто выступающий как просьюмер – «producer + consumer» в одном лице.

Обе эти площадки ИД должны найти отражение в ЕЕ при формировании креативности, поскольку содержание ПД инженера в этих двух этапах существенно различно.

Креативность (creativity, creative – англ.) – творческие способности к созданию принципиально новых идей, отклоняющихся от традиционных схем мышления, а также способность разрешать проблемы, возникающие внутри и снаружи реальных систем различной природы и сложности.

В технологическом разрезе креативность проявляется как смекалка – способность достигать цели, находить выход из тупиковой ситуации, используя обстановку, объекты и обстоятельства необычным способом; шире – нетривиальное и остроумное решение задач неожиданными ресурсами или инструментами. Креативности свойственны гибкость подходов и стратегий, способность сопротивляться стереотипам.

Приступая к анализу проблемного поля в ЕЕ (см. выше), рассмотрим прежде всего этап преодоления «эмбрионизма» и некомпетентности.

На этом этапе должны быть разрешены следующие проблемы:

а. Решительное обновление концепции обучения в ЕЕ – замена фундаментализации ЕЕ (ФЕЕ) на профессионализацию ЕЕ (ПЕЕ) [8]. Следует отметить, что ПЕЕ, наполнение конкретными технологическими задачами университетской теоретической матрицы – это давнишний российский образовательный принцип, весьма успешно привитый на заимствованный Россией в XIX веке европейский (немецкий) ствол западного ЕЕ.

В качестве примерного маршрута обновления на принципах ПЕЕ Curriculum профилирующей кафедры может быть использована работа [9]. Сегодня не составляет труда найти в России или за рубежом ОП по естественным наукам (ЕН), составленные на основе концепции ПЕЕ, опробованные в многолетнем применении в престижных вузах и получившие российскую и международную аккредитацию. Приведём только один пример: блистательные педагогические достижения академика В.С. Пугачева, модернизировавшего преподавание высшей математики в МАИ на основе выдвинутых им четырёх дидактических принципов [10]. Актуальным было бы издание кластеров ОП, реализующих концепцию ПЕЕ и получивших международную аккредитацию.

б. Необходимо наращивать мощности образовательной инженерии (ОИ) – учебно-технологических систем, прежде всего систем гибкой автоматизации проектирования, производства и управления [11].

Следует выбирать в качестве базовых пакетов софтвера системы, используемые в техносфере, избегая применения адаптированных учебных систем. Учащийся под руководством тьютора должен научиться преодолевать недружественность таких систем.

с. Необходимо ввести тестирование преподавателей на знание той специальности, для студентов которой они преподают.

d. Подлежит пересмотру обезличенный подход к формированию учебных групп, семинаров, потоков студентов. Нынешний «котловой» подход объединяет в одной аудитории подготовку инженеров «в белых халатах» и «в черных халатах», профессионалов и эрудитов, будущих производственников и научных работников.

А между тем на дворе XXI век – штучное производство, адресное, точечное удовлетворение заказов клиентов, решительный переход от «конфекции» к «бутику». На этот путь должно неизбежно встать и ЕЕ. Формы такой перестройки давно известны: например, ЦИПС – целевая интенсивная подготовка специалистов. Обучение скопом, потоком должно уступить место персональному маршруту обучения.

е. Цепь учебных дисциплин должна строиться как последовательность сборки машины: сперва изготавливаются отдельные детали; затем из них собираются узлы, блоки, отдельные механизмы; и уже из узлов собирается машина.

Детали в этой аналогии можно приравнять к знаниям и умениям, полученным в цикле ЕН; узлы – это умения, полученные в цикле общеинженерных и профессиональных дисциплин и закреплённые в курсовых проектах; машина – это дипломная работа или дипломный проект, в котором решается реальная инженерная задача. Ментальный эквивалент этого проекта становится вкладом в создание инженерного тезауруса выпускника. Так выращивается ментальная конструкция по Сеймуру Пайперту [12] – свой внутренний эпистемолог, который обеспечивает обладателю его уникальное свойство – умение учиться. Закрепляются все

эти усилия системой производственных и инженерных практик.

Резюмируя этот раздел, можно утверждать, что реализация положений а...е сведёт к минимуму «эмбрионизм» и некомпетентность выпускников.

В профессиональных и инженерных дисциплинах, относящихся к технoзнанию, центральная роль принадлежит эмпирическим знаниям и эвристическим решениям.

Поэтому повышение уровня инженерной подготовки в профкомпетентности делает необходимым:

1. Привлечение профессионалов – производственников к решению ключевых проблем ЕЕ.

2. Без владения инженерной графикой нет инженера. А между тем уровень подготовки учащихся в этой дисциплине остаётся катастрофически низким. Этому в немалой степени способствует компьютеризация преподавания черчения и других дисциплин, поскольку она аннулирует важный принцип инженерной дидактики «Руки растят голову».

3. Обязательное наличие в ОП пропедевтических курсов по основным видам профтехнологий, включающих лабораторный практикум с получением результата в реальном материале.

4. Обязательное включение в ОП производственных и инженерных практик, например в виде инженерного семестра. Именно на практике студент постигает аксиому успешной деятельности: «Дьявол прячется в деталях».

5. Разработку внутривузовских стандартов на обязательный контент инженерных разделов дипломных проектов и работ.

Эти меры должны снизить уровень ЕЕ в ЕЕ. Однако решительное устранение ЕЕ возможно только при введении в структуры модулей ЕЕ обратной связи – обязательной оценки «продукции» ЕЕ её непосредственными потребителями – работодателями.

Предметом учебной деятельности как объекта, так и субъекта изучения ИД является сложный фрагмент техносферы – чаще всего производственно-технологическая система (ПТС), – с которым человек вступает в инфоконтакт с целью его изучения и овладения для прагматического использования. Именно на этом этапе возникает база для постановки проблемы инженерной креативности специалиста.

При формировании креативности legitimately использовать в качестве гностической модели менталитета учащихся лишь те знания, которые носят общепринятый и доказанный характер. Поэтому необходимо начинать анализ с двух базовых постулатов современной эпистемологии, которые сформулировал выдающийся дидакт XX века Сеймур Пайперт: 1) Научить нельзя – можно только научиться. Каждый сам себе эпистемолог. 2) Не инструкция, а ментальная конструкция – вот сегодня основной инструментарий научения и обучения [12].

Современная нейропсихология считает полностью доказанной функциональную двуполушарность мозга. Правое полушарие обеспечивает интуицию, пространственное мышление, творческую обобщающую мысль. Изобретатели демонстрируют явно выраженную левополушарность. Это говорит о том, что у них чётко выражено аналитическое и логическое мышление, способность к организации деятельности, а также очень важное качество *opinionated* (эпинджэнейтид) – человек железных принципов, одержимый своей идеей, «заточенный на конус». Сказанное выше однозначно говорит о том, что креативность обеспечивается только гарантированным интегральным двуполушарным мышлением.

Центральным звеном дидактики ЕЕ является не лекция, не менторская нотация, не чтение инструкции – а действие, умственное или физическое, над сложными объектами техносферы. «Чтобы понять, нужно эмпирически начать понимание, изучение, от эмпирии подниматься к общему. Чтобы научиться плавать, нужно лезть в воду» (Ленин).

«Пока умный раздвигался, дурак речку перешёл». Многие вещи можно изучить только в процессе работы над ними – и никак иначе.

Новый уровень сложности техносферы привел к созданию новых обучающих систем на базе машинных тренажёров – в нашей терминологии ОИ. В процессе обучения у человека могут генерироваться особые динамические объекты – образы. Такие временные объекты были признаны новыми «гибридами» человека с объектами техносферы и названы «виртуальными» (*virtus* – внутренний). Естествознание не знает сегодня механизма энергетической, деятельностной связи человека с «активностью» объектов техносферы. Однако на практике количество задокументированных фактов подобного «симбиоза» нарастало столь стремительно, что психология не могла их игнорировать, подобно естествознанию. За последние 25 лет эти факты осмысливались и обобщались, результатом чего стало появление виртуалистики – виртуальной психологии. В обобщающей монографии [16] Н.А. Носов пишет: «Виртуалистика – не наука, а онтологический подход, который может быть использован в любой научной области».

Виртуалистика легитимизирует использование в психологии и эдукологии нового объекта-образа – виртуала, возникающего как результат переживания человеком исполнения деятельности. С тренажером или визуальным объектом можно работать двумя способами: отстранённо

или вживлённо, то есть виртуально. Во втором случае, образ становится «собственным», он оживляет деятельность, делая её фактически реальной.

Если человек, ощущая состояние тупика, несмотря на это всё же продолжает попытки решения, то здесь и возникает виртуал. Так вырабатывается креативность – прозрение, вдохновение, осмысление непонятого и т.д.: виртуоз – станочник начинает ощущать себе единым целым со станком; водитель чувствует автомобиль как органическую часть своего тела и психики; пилот познаёт границы возможностей самолёта и т.д. А синтетический специалист, выпускающий продукцию на сложной ПТС, овладевает всеми тонкостями её поведения и становится её «повелителем» – креатором. Можно констатировать, что виртуалы – весьма распространённые состояния в ИД.

Системология [17] поддерживает виртуалистический подход к сложным системам техносферы и инфосферы.

Апологеты концепции ФЭЕ уверены, что формирование креативности инженеров и выращивание будущих творческих исследователей для науки – синонимы. Это заблуждение: обучение креативности в ЭЕ – это рассмотрение эвристических решений, ядром которых является синтез систем и овладение ими. В ИД творчество заключается в создании новых способов и средств преодоления сопротивления объектов атаке решению инженерных задач. Не принимая это во внимание, эрудиты-гуманитарии предлагают использовать в качестве основного инструмента дидактики для формирования креативности в ЭЕ методический багаж советских физматшкол (ФМШ).

Многие дидакты приводят методику ФМШ как образец ухода

от обучения по готовым алгоритмам и стандартным задачам, которое они называют «бедным обучением».

Креативность же, по мнению таких теоретиков, вырабатывается тогда, когда ставятся нестандартные задачи самой высокой сложности. Однако такие нестандартные задачи в подавляющем большинстве случаев носят теоретический, а иногда и схоластический характер, абсолютно не связанный с будущей профессией учащегося. А академик Л.Д. Ландау ещё 70 лет назад говорил, что нельзя научить человека мыслить, обучая его ненужным ему вещам!

Технология перехода в «плоскость креативности» остаётся тайной мозга, скрытой и от самого учащегося, и тем более от учителя. Поэтому нет никаких оснований утверждать, что решение нестандартных задач даст толчок креативности, а стандартные задачи к этому не приведут. С таким же основанием можно утверждать обратное, найдя множество к этому подтверждений. Например, успешные во всём мире методики обучения креативности ТРИЗ (теория решения изобретательских задач) Генриха Альтшуллера и ландаматика Льва Ланды как раз и базируются на обучении готовым эталонным алгоритмам, открытым путём многолетней селекции и анализа прорывных изобретений и инновационных технологий.

Психология вскрывает сложнейшие процессы, скрывающиеся под традиционной дидактикой. Важнейшая характеристика преподавания стандартных, устоявшихся, проверенных опытом алгоритмов и решений состоит в том, что это образцы, эталоны элегантных решений в преодолении, казалось бы, тупиковых ситуаций и проблем.

Это также пример воплощения принципа эстафетности знаний и технологий. Критики традиционной дидактики «по готовым алгоритмам» рассматривают только когнитивную

сторону учения. Но ведь имеется и вторая сторона – аффективная, которая не менее значима для достижения результата учения. При обучении по эталонным элегантным решениям, ставшим классическими, именно эта сторона учения получает мощную основу и подпитку.

Безусловно, постижение классических решений даёт опору и трамплин для креативности. Часто классические решения не поддаются формализации, и их изложение даётся вербально – в пересказе и визуально – в показе и воспроизведении («питехизмическое» обучение). В ЕЕ решение стандартных задач – это не обучение стереотипам; это обучение эталонам. Обучение профессионалов на базе тезауруса прошлых элегантных, классических решений всегда составляло и впредь должно составлять основу формирования креативности в ЕЕ. Изучение средств и способов, с помощью которых удавалось преодолевать сопротивления и преграды в прошлом, ведёт к выработке у учащихся собственных инструментов и путей креативности.

Фундаменталисты интерпретируют «умение думать» как умение принимать верные решения. Но профессиональный подход, как уже говорилось выше, рассматривает акт принятия решения лишь как начало креативной деятельности инженера – за ним следует важнейший этап реализации решения в условиях энтропийного противодействия техносферы и экосферы. Креативность инженера как раз и заключается в умении преодолевать это противодействие – иначе самое верное решение даст в итоге нулевой результат: «Хотели как лучше, а получилось как всегда!»

Детализация и профессионализация характеристик креативности применительно к квалификации инженера-механика даётся ниже. За основу рассмотрения взята декомпозиция его ПД на семь ареалов.

1. Конструктор. Создание систем CAD/CAM показало, что по крайней мере в некоторых областях технологии, например, в формообразовании деталей машиностроения и приборостроения, задачи изготовления изделий легче поддаются артикуляции и формализации с помощью ЭВМ, чем процесс конструирования. Иными словами, деятельность конструктора более эвристична, чем деятельность технолога.

Сегодня системы CAD/CAM помогают конструктору только в оформлении его идеи в модель. В профессиональном пользовании пока что отсутствуют интеллектуальные системы типа экспертных, которые позволили бы конструктору войти в мировые базы и банки данных, чтобы хотя бы узнать, от чего нужно отталкиваться при решении новой задачи.

Между тем, уже давно известны способы нетрадиционного конструирования, в которых опускаются многие этапы классической цепочки создания материального объекта. Этими способами пользуются конструкторы – «агрегатисты», минуя многие этапы предварительного конструирования и сразу приступающие к созданию первого образца машины методом «проб и ошибок» из подручных средств – деталей, узлов, агрегатов, отслуживших свой срок или неиспользуемых конструкций. Такие действия буквально соответствуют смыслу слова «конструкция» – составление, построение (лат.). Известны сотни удачных решений, найденных «агрегатистами». Здесь вновь уместно вспомнить пословицу: «Пока умный раздвигался, дурак речку перешёл».

Представляется вполне вероятным, что возможности ЭВМ позволят существенно модернизировать этот нетривиальный метод конструирования. Эти прогнозы получили в последние годы подтверждение в виде создания мощных графических инженерных систем виртуальной реальности (VR). Они используются

в проектировании сложных машин и машинных систем, где выработка концепции, увязка компонентов и тестирование узловой и генеральной сборки должны быть проведены задолго до реализации физического прототипа. Эта концепция получила название Product Lifecycle Management: Virtual Environment, Virtual & Augmented Reality (VE & VR).

Творческое инженерное и технологическое мышление до сих пор реализуется методами эмпирики и эвристики, не поддающимися формализации, и поэтому обучающая роль математики здесь низка. Альтернативой математике является ТРИЗ – теория решения изобретательских задач, включающая систему упражнений для развития воображения. Автор ТРИЗ Генрих Альтшуллер доказал, что все объекты техносферы развиваются по единым законам, и обнажил общую стратегию, создал компас поиска [19]. Распространившись из России по всему миру, ТРИЗ получила признание как мощный инструмент инициации креативности. Развиваясь, ТРИЗ трансформировалась в теорию сильного мышления (ТСМ). В качестве примера методической организации обучения ТРИЗ в ЕЕ можно привести работу Б.С.Сергеева [20].

2. Технолог. Инженер-технолог участвует и в этапе А, и в этапе В профдеятельности инженера в техносфере. Сегодня в техносфере преобладают сегменты и элементы, в которых достигнут высокий уровень автоматизации функций как физического, так и информационного характера. Для дефиниции таких компонентов техносферы предложен термин ПТС – производственно-технологическая система. ПТС ДТ (дискретной технологии) – прежде всего машиностроения и приборостроения – это объект техносферы, имеющий цель преобразования предметов труда, заданного конструкторской

информацией (КИ), посредством действий средств труда, обусловленных технологической информацией (ТИ). ПТС ДТ – это ансамбль из людей, технологических машин, транспортно – накопительных средств и управляющих устройств.

Сегодня можно встретиться с такой издержкой «компьютерной эйфории», как игнорирование роли ТИ в производстве изделий. Пока что профессионально грамотный техпроцесс можно создать только одним путём – обязательным прохождением КИ через форму ТИ. Это непреложная аксиома технологии. Именно она реализована сегодня в интегральном сценарии создания технологического проекта: сочетание формализованных процедур CAD/CAM и эвристического вмешательства технолога путём интерактивного обмена с РС.

Профессиональный багаж технолога сконцентрирован в обширном учебном курсе «Технология машиностроения». Профессиональные знания в этом курсе можно разделить на три кластера: 1. научные знания; 2. рецептурные знания; 3. экспертные знания. Технолог очень часто обращается к этим кластерам, ища ТИ для своих эвристических решений. Однако, эти кластеры давно уже не составляют 100% всего тезауруса технологических знаний. В системах CAD/CAM обобщён большой объём знаний по алгоритмизации технологии. Поэтому учебные курсы технологий должны обязательно содержать раздел «Алгоритмизация геометрии изделий и технологий: обобщённые решения в системах CAD/CAM».

В ЕЕ развитых стран широко распространено изучение ландшаматики [21], которую сам её автор Лев Ланда назвал алгоэвристической теорией обучения. В российском ЕЕ ландшаматика неизвестна. В развитых странах она широко используется для обучения рациональной умственной деятельности в самых разнообраз-

ных сферах. Впечатляющие успехи ландаматики позволили присвоить ей название “работающее чудо Льва Ланды”. Внедрение ландаматики в российское ЕЕ даст большое ускорение программному и адаптивному обучению на базе ЭВМ и существенно продвинет формирование креативности у будущих инженеров.

Наибольшие трудности в деятельности технолога составляет этап В – овладение ПТС.

В понимании В.В. Дружинина и Д.С. Конторова, Н.Н. Моисеева, Ст. Бира ПТС могут быть отнесены к кибернетическим системам (КС). Основным компонентом ПТС, ее «клеточкой» является технология, а ядром технологии, несущим «генетические» нагрузки, – информация.

Для КС характерно наличие блока тезауруса – инфомодели среды и самой системы с целью отображения среды и самоотображения. Блок тезауруса служит задачам изучения и развития ПТС. Субъекты обучения в ЕЕ – тьютор, эксперт, наставник входят в инфоконтакт с ПТС в качестве технолога, овладевают ею, а затем создают некий симбиоз – т.н. интеллектуальную систему или временную КС. Временные КС – основной инструмент овладения сложными системами техносферы.

ОИ должна обеспечить наличие на выпускающей кафедре учебной ПТС – микрозавода на столе [11]. На этой ПТС студент с помощью тьютора учится созданию временных КС.

Здесь он получает важнейшие для технолога ПК в преодолении сопротивления сегмента техносферы – как физического (при контакте со станком, оснасткой, инструментом), так и информационного (при инфоконтакте с РС, системой CAD/CAM, контроллером CNC).

Следует подчеркнуть, что в изложенном сценарии действий создаётся оптимальное сочетание использования в обучении симуляции на экране РС и физического получе-

ния изделия в материале. Это важное для формирования креативности требование в ЕЕ.

3. Линейный руководитель производства. Этот ареал ПД требует от инженера дополнительных ЗУН по менеджменту, эргономике, инженерной психологии.

Обязательна длительная практика – стажировка (инженерный семестр) на рабочем месте руководителя производственного подразделения и проработка в дипломном проекте разделов экономики, экологии, менеджмента в производственном коллективе, безопасности на производстве.

Необходимо изучать опыт передовых корпораций, которые используют кластеры новейшего софтвера. Наибольшую эффективность показали комплексы “e-Manufacturing for e-Business”.

Креативность руководителя производства в значительной степени выражается в лидерстве. Чаще всего в качестве метода управления креативный руководитель выбирает дирижирование – сознательный авторитаризм, но не подавляющий, а наоборот, возбуждающий энергию и креативность у подчинённых.

Прогресс двигают не системы, а личности; системы – лишь инструмент их деятельности.

Опыт лидеров должен тиражироваться. Полемизируя с принципом Питера [22], С.Н. Паркинсон [1] утверждает: «Раз и навсегда установленный предел компетентности – это миф. Опыт каждого из нас говорит, что мы живём среди людей, отличающихся потрясающей компетентностью».

4. Пусконаладчик.

В этом случае требуются углубление знания, умения и навыки инженера в диагностике, инженерной графике, инженерных системах виртуальной реальности для контроля, тестирования, использования

баз данных, в электрооборудовании и электронике, в средствах жизнеобеспечения и защиты оборудования и людей. Накапливание креативного багажа в пусконаладке сложного оборудования возможно только в «поле», с помощью «клинических» и питехизмических методов обучения.

5. Эксперт-аналитик.

В этом случае необходимо углубление подготовки инженера в метрологии, теории надёжности, в мониторинге качества продукции, лабораторных методах испытаний и исследований, в том числе из области криминалистики. Необходим высокий уровень владения методами стандартизации и знания международных стандартов. Обязательна специальная подготовка в патентном деле, индустриальной юриспруденции, промышленном и международном праве.

6. Системотехник-генералист.

Технологические инновации и глобализация – два важнейших вектора мировой динамики XXI века. На каждом этапе необходим бескомпромиссный анализ, выработка собственной стратегии и тактики. Именно в этом смысл ПД системотехника-генералиста. В его ПД многократно возрастает роль креативности, нестандартного подхода, неожиданных решений.

Инновации взрывают не только техносферу. Подвергается серьёзной трансформации мышление индивида. Не каждый руководитель склонен к инновационной стратегии. Здесь неизбежно столкновение с инерционным сопротивлением, прежде всего с инерцией кадров.

Сегодня проектная деятельность системотехника-генералиста в основном выполняется на ЭВМ, благодаря созданию инженерных планировочно-производственных систем ВР, которые используют информационные технологии CAD/CAM/CAE

для проектирования виртуальных цехов и заводов, подвергающихся затем всестороннему тестированию в разрезе технологии, производства и организации.

7. Преподаватель профессиональных дисциплин. Этот ареал ПД инженера менее всего учитывается в ОП. Распространён примитивный стереотип:

«Любой хороший студент сможет преподавать профессиональные дисциплины так, как его самого учили».

Первым и обязательным требованием к преподавателю профдисциплин в ЕЕ является наличие инженерного стажа на производстве. Не менее важным требованием является получение дополнительного образования в области инженерной педагогики. В ведущих инженерных университетах РФ имеются институты или факультеты инженерной педагогики, подготовка в которых построена по принципам IGIP (Ingenieur Gesellschaft fur internationale Planungsaufgaben) – международной организации инженерного образования.

IGIP на протяжении почти полувека формирует регистр профессиональных преподавателей инженерной педагогики, получивших статус “ING – PAED IGIP” (European / International Engineering Educator).

Обладатель статуса ING – PAEG IGIP должен быть сильным креатором. Дело в том, что ему приходится преодолевать немалое энтропийное сопротивление в своей ПД. Модули системы ЕЕ далеко не всегда настроены на перфекционизм в учебном процессе. Стремление не поднимать планку, не брать ношу потяжелее приводит такие подразделения к состоянию ложного гомеостаза. Давно известна аксиома: «Чем труднее учителю, тем легче ученику». Главное умение преподавателя – поставить себя на место учащегося. Однако очень часто преподаватели глушат в

себе это умение, потому что иначе придётся затрачивать гигантское время на подготовку занятий за письменным столом, в лаборатории, в мастерской, за экраном РС. Особенно большие усилия требуются от преподавателя, ставящего своей целью разбудить очаги креативности учащихся. Один из крупнейших математиков современности Дэвид Каждан (Гарвард, США) говорит: «Интуиция требует усилий. Чем больше усилий, тем больше интуиции».

В XXI веке учёба становится спутницей всей жизни человека. Инженеры-педагоги должны будут виртуозно владеть новейшей технологией, софтвером и хартвером. В этой перспективе на первый план выходят не лекторы, излагающие теоретические дисциплины, а тьюторы, тренеры, гуру, овладевшие ПК использования новейшей технологии и техники в ПТС техносферы и инфосферы. Они станут подлинными креаторами в своей ПД.

Заключение

Встречаются сплошь и рядом солидные университетские кафедры, где профессора оторваны на 15-20

лет от практического состояния ИД в той отрасли, для которой они готовят специалистов. Это быстро становится известно студентам и наносит большой вред подготовке полноценного молодого профессионала. Эстафета передачи ЗУН и формирования ПК должна происходить в атмосфере полного перфекционизма, а не скучной визуальной или виртуальной имитации реальности.

Поэтому важной задачей менеджеров в модулях системы ЕЕ является повседневная борьба с энтропийной эрозией, постоянно атакующей буквально все компоненты университетской жизни – начиная от состояния учебных помещений, коридоров и кампуса в целом и кончая ползучей тенденцией к «нефункциональному» образованию.

Только в атмосфере перфекционизма может быть успешно решена задача формирования профессиональной креативности выпускника ЕЕ.

ГЛОССАРИЙ

ВР – виртуальная реальность
ГОС – государственный образовательный стандарт
ДТ – дискретная технология
ЕН – естественные науки
ЗУН – знания, умения, навыки
ИД – инженерное дело
КИ – конструкторская информация
КС – кибернетическая система
МАИ – Московский авиационный институт
МС ЕЕ – международные стандарты инженерного образования
ОИ – образовательная инженерия
ОП – образовательная программа
ПД – профессиональная деятельность
ПЕЕ – профессионализация инженерного образования
ПК – профессиональная компетентность (компетенции)
ПО – парадигма образования

ПТС – производственно-технологическая система
СУО – специфическая умственная операция
СЧМ – система «человек – машина»
ТИ – технологическая информация
ТП – технологический процесс
ТРИЗ – теория решения изобретательских задач
ТСМ – теория сильного мышления
ФЕЕ – фундаментализация инженерного образования
ФМШ – физико-математическая школа
ЧПУ – числовое программное управление
ЧМИ – человеко-машинный интерфейс
CAD – computer aided design
CAE – computer aided engineering
CAM – computer aided manufacturing
CS – computer sciences
EE – engineering education
EG – educational gap
PC – personal computer

ЛИТЕРАТУРА

1. Паркинсон С.Н. Законы Паркинсона: сб.: пер. с англ. / С. Н. Паркинсон. – М.: Прогресс, 1989. – 448 с.
2. International Engineering Alliance [Electronic resource]: the official site. – [S. l.], [2011]. – URL: www.washingtonaccord.org, free. – Tit. from the screen.
3. ABET [Electronic resource]: the official site. – Baltimore, 2011. – URL: www.abet.org, free. – Tit. from the screen.
4. ENAEE EUR-ACE European Accreditation Engineering programmes [Electronic resource]: the official site. – [Brussels], 2011. – URL: <http://www.enaee.eu/the-eur-ace-system/eur-ace-framework-standards>, free. – Tit. from the screen.
5. The APEC Engineer Manual: the identification of substantial equivalence [Electronic resource] / Asia-Pacific Economic Cooperation, Human resources development working group. – [S. l.], 2002. – 40 p. – URL: <http://ciche.caece.net/html/semimonth/vol54/APECEngineerManual-revMay1.pdf>, free. – Tit. from the screen.
6. Лившиц В. Инновации в инженерном образовании: противостояние двух концепций обучения // Аккредитация в образовании. – 2011. – № 47. – С. 30–33.
7. Караушев В.Ф. Маркетинговая подготовка специалистов в технологии дистанционного образования / В.Ф. Караушев, Г.О. Могильницкая // Тр. междунар. науч.-практ. конф., Томск, май 1998 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 1998. – С. 32–33.
8. Пугачев В.С. О курсе математики в высших учебных заведениях России // Системы и средства информатики. – М.: Наука. Физматлит, 1996. – Вып. 8. – С. 13–26.
9. Беляев А. Educational Gap: технологическое образование на пороге XXI века / Арнольд Беляев, Виктор Лившиц. – Томск: Изд-во STT, 2003. – 503 с.
10. Papert S. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas / Seymour Papert. – 2nd ed. – N.Y.: Basic Books, 1993. – 252 p.
11. Носов Н.А. Виртуальная психология / Н.А. Носов. – М., 2000. – 432 с.
12. Gigch John P., van. Applied General Systems Theory / John P. van Gigch. – N. Y.: Harper & Row, Publ., 1978. – 602 p.
13. Альтшуллер Г.С. ТРИЗ – теория решения изобретательских задач / Г.С. Альтшуллер. – М.: Сов. радио, 1979. – 239 с.
14. Сергеев Б.С. Подготовка инженеров-изобретателей // Соврем. проблемы науки и образования. – 2011. – № 1 – С. 45–48.
15. Landa L.N. Landamatics Ten Years Later // Educ. Technol. – 1993. – Vol. 33, № 6. – P. 7–18.
16. Laurence P.J. The Peter Principle: Why Things Always Go Wrong / Peter J. Laurence, Raymond Hull. – N.Y.: Morrow, William Co., 1996. – 180 p.