

ЭВОЛЮЦИЯ ПАРАДИГМЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ ИННОВАЦИЙ

Г.Г. Пивняк, А.Н. Шащенко, М.С. Пашкевич, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Украина

Инжиниринг и инновационная экономика. С давних времен развитие человечества определенно связано с эволюцией инженерного дела: от палки-копалки и рубила, изготовленных 600 тыс лет назад, до нано-, био-, интернет- и других технологий, позволяющих исследовать космическое и подземное пространства. В переводе с латинского существительное «*ingenium*» означает «ум», а глагол «*ingeniare*» – буквально «разработать», следовательно, инженер – думающий, разрабатывающий.

В 1911 году австрийский экономист Й. Шумпетер в фундаментальном труде «Теория экономического развития» обосновал, что добавленная стоимость и прибыль в экономике создается за счет интеллекта инженеров вопреки представлениям об исключительном значении накопленного объема материальных активов и финансового капитала. С тех пор основным драйвером социально-экономического роста наций и высоких стандартов качества жизни считается производственный сектор технологичной продукции, который, в свою очередь, ускоряет тотальную технологическую модернизацию. Экономика подобного типа получила название инновационной, постиндустриальной, информационной, экономики знаний.

Тенденции рынка труда для инженеров. Если из теории очевиден вывод о том, что инженеры-инноваторы играют ключевую роль в развитии экономики, то возникает закономерный вопрос о соответствии фактических трендов в обществе этому утверждению. Проанализируем тенденции на рынке труда, которые отображают структуру спроса хозяйственного комплекса на инженерные кадры и качественное развитие экономики в целом. Например, в США к 2022 году прогнозируется устойчивое доминирование сектора услуг над сектором промышленности по количеству занятых (рис. 1).

Если в 2002 году количество занятых в нематериальном производстве США превышало количество занятых в промышленности в 3,57 раз, то к 2022 году ожидается разрыв в 5,1 раз (см. рис. 1). Аналогичные тенденции присущи экономикам Европы, Китая, РФ. Следовательно, можно предположить, что именно на инновации, а соответственно и инженеров, ориентированных на сервисные отрасли, будет наибольший спрос в будущем.

Однако, анализ прогнозного количества занятых по основным группам профессий в США к 2022 году вскрывает, на наш взгляд, интересную особенность динамики занятых по инженерным профессиям (рис. 2).

Если в 2012 году доля занятых по инженерным профессиям в общем количестве занятых составила 4,8%, то к 2022 году этот показатель должен составить всего 5,3% [1]. Несмотря на позитивную динамику, остается фактом то, что около 5% занятых в инженерии потенциальных инноваторов должны обеспечить экономический рост за счет высокотехнологичной продукции для остальных 95% занятых, если конечно этот рост не будет основан на инновациях организационного, финансового или иного характера, не влияющих на объемы материального производства.

Если же ставка на небольшое количество специалистов инженерных профессий обоснована для необходимых темпов инновационного развития, то можно предположить повышенные требования к качеству подготовки таких специалистов с доведением доли инноваторов среди инженеров почти до 100%. При этом оплата труда таких специалистов находится на весьма среднем уровне по экономике в целом. Например, средняя годовая заработная плата специалистов инженерных профессий в США в 2014 году составила 80 100 дол. США (рис. 3); специалистов в области экономики и финансов – 71 020; юриспруденции – 99 620; преподавания инженерных специальностей – 51 500, хотя отклонения от среднего в каждой конкретной выборке велики.

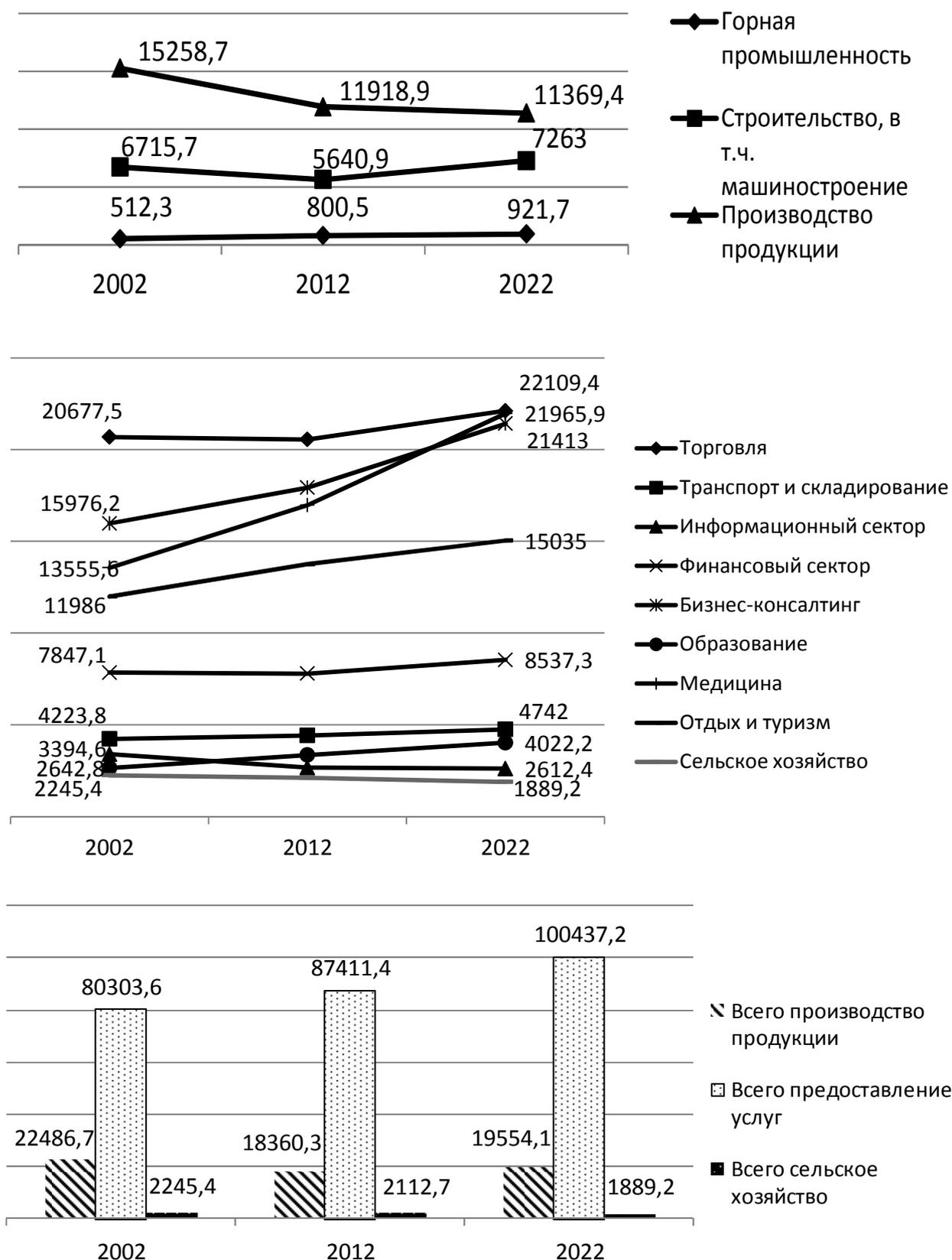


Рис. 1. Прогноз количества занятых в основных секторах экономики США, тыс. человек [Источник: Bureau of Labor Statistics]



Рис. 2. Прогноз количества занятых по основным группам профессий США, тыс. человек [Источник: Bureau of Labor Statistics]

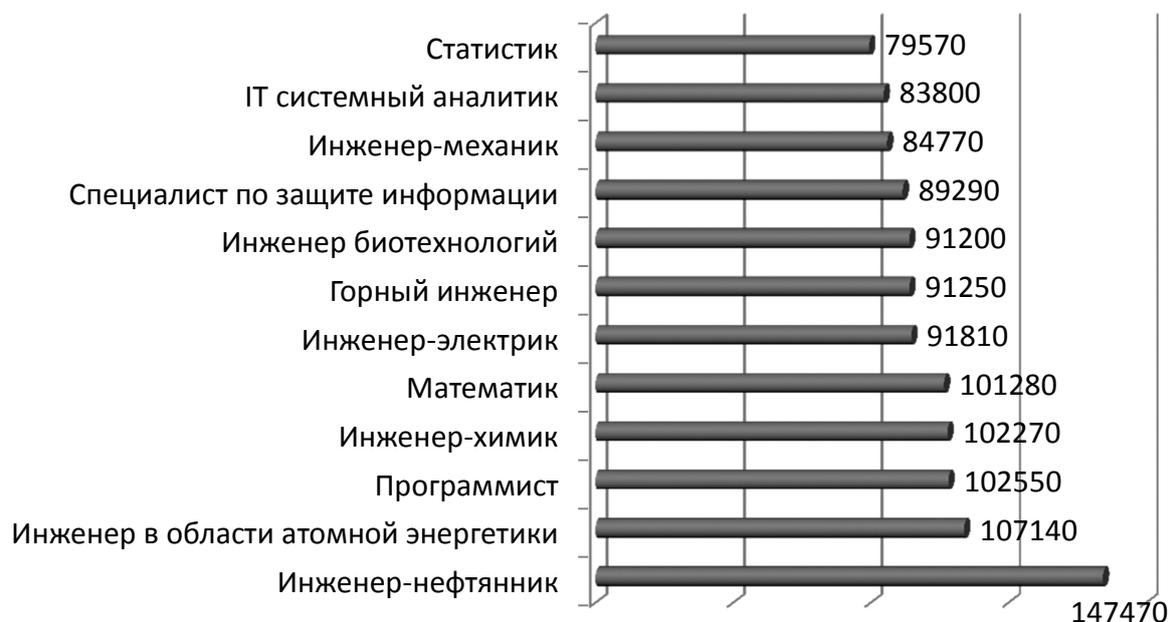


Рис. 3. Средняя годовая заработная плата специалистов инженерных специальностей в США в 2014 году, дол. США [1]

Стратегия «Европа 2020» предполагает формирование устойчивой и инклюзивной смартэкономики к 2020 году, основанной на производстве инновационной продукции.

Однако в 2014 году в среднем доля занятых по инженерным специальностям в общем количестве занятых в европейских государствах (не путать с государствами ЕС) составила около 3,5% (наивысший уровень в 4,5% наблюдается в Финляндии, наименьший – в 0,94% в Словакии) [2]. В РФ в 2013 году специалисты высшего уровня квалификации в области естественных и технических наук составили 5% от общего количества занятых, а вместе со специалистами среднего уровня квалификации физических и инженерных направлений деятельности – 8,32% [3].

В Украине подтверждается общемировая тенденция доминирующего развития сервисного сектора экономики (рис. 4), а также ранее сделанное предположение о качественных сдвигах в спросе на инженерные кадры: при сокращении за последние 7 лет общего количества занятых по всем отраслям хозяйственного комплекса на 275,9 тыс. человек, а занятых в промышленности и строительстве – на 850,3, в сервисном секторе наблюдается увеличение занятости на 1002,4 тыс. человек.

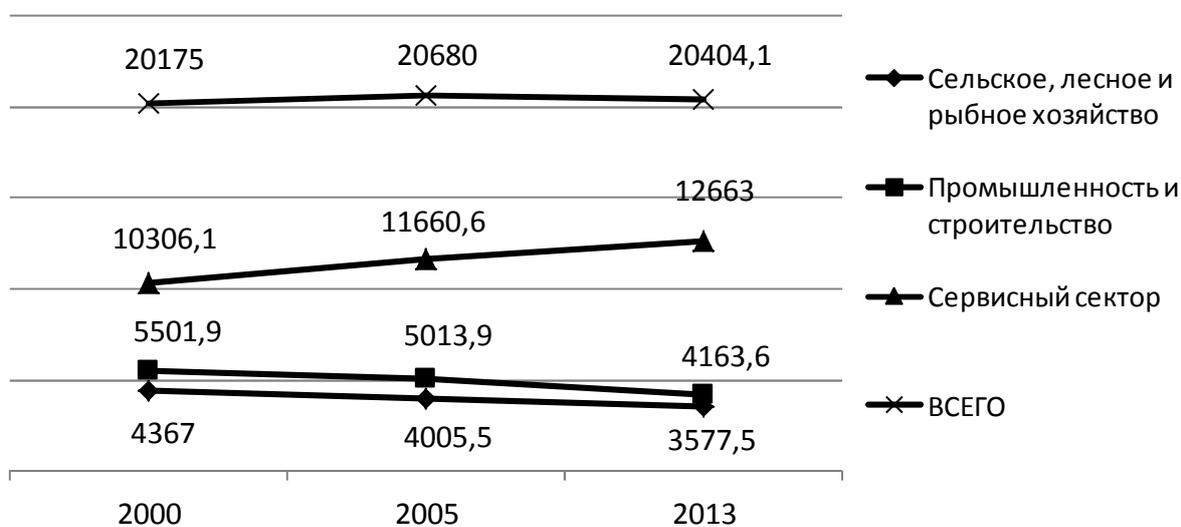


Рис. 4. Динамика секторальной структуры занятости в Украине, тыс. человек [Источник: Государственная служба статистики Украины]

Более детальное сравнение динамики секторальной структуры занятости населения Украины за последние 13 лет, а также кросс-сравнение с аналогичной структурой США (табл. 1) показывает следующее. Учитывая цель данного исследования по формированию дорожной карты для подготовки современных инженеров, целесообразно обратить внимание на то, что за анализируемый период в Украине сектор образовательных услуг расширился по количеству занятых с 7,98% до 8,29% в общем хозяйственном комплексе, при том, что доля промышленного сектора сократилась с 22,79% до 16,05%.

Безусловно, подобное увеличение образовательного сектора требует основательного факторного анализа, но предварительно можно выдвинуть гипотезу о том, что оно произошло за счет расширения баз подготовки кадров не инженерных специальностей, что в некоторой степени снова противоречит политике ускоренного инновационного развития. В США на долю образования приходилось только 2,3% в 2012 году при фактическом экономическом росте.

Глобальный инновационный индекс стран. В 2014 году Всемирная организация интеллектуальной собственности (World Intellectual Property Organization) представила результаты рейтингования стран по глобальному инновационному индексу за 2013 год, методология расчета которого включает оценки институциональной среды государства, человеческого капитала и качества исследований, инфраструктуры, рынка инноваций, конкуренции, результатов исследовательской деятельности (патентов, высокотехнологичной продукции, экспорта

инновационной продукции и др.), результатов креативной деятельности (брендинга, создания торговых марок и прочих креативных продуктов, не относящихся к высокотехнологичным).

Таблица 1

Сравнение секторальной структуры занятости населения Украины и США

Сектор экономики	Доля занятых, %		
	Украина - 2000	Украина- 2013	США-2012
Сельское, лесное и рыбное хозяйство	21,65	17,53	1,45
Промышленность	22,79	16,05	8,75
Строительство	4,48	4,36	3,88
Торговля, ремонт, отельный и ресторанный бизнес	15,47	24,08	23,97
Транспорт и связь	6,72	7,52	4,88
Финансовая деятельность	0,82	1,56	5,36
Операции с недвижимостью и консалтинг	4,04	6,01	12,34
Госуправление	5,94	5,02	15,08
Образование	7,98	8,29	2,30
Охрана здоровья	6,84	6,16	11,68
ВСЕГО	100,00	100,00	100,00

Источник: [Государственная служба статистики Украины, Bureau of Labor Statistics]

Сравнение глобальных инновационных индексов по некоторым странам показало существенное отставание Украины от развитых экономик, хотя в период с 2012 по 2013 год Украина поднялась с 71 на 63 место (табл. 2) [4]. Это еще раз доказывает необходимость усовершенствования существующей в Украине модели подготовки инженерных кадров с целью инновационного экономического развития. Существенным, при этом, является то, что данная модель, на наш взгляд, должна быть эффективно интегрирована в национальное и международное правовое поле, иметь кооперационные связи с элементами инновационной инфраструктуры, быть ориентированной на человеческий капитал и инновационный продукт на выходе.

Для этого важнейшим в инновационной политике становится принцип соответствия (дополнения) отдельных частей общей национальной инновационной системы друг другу. В современной экономической модели США и Великобритании данный принцип был положен в основу предложенной в 2001 году концепции экономической комплементарности (complementary – дополняющий) для организации взаимодействия образования, бизнеса и государства. Предполагается, что экономическая комплементарность должна иметь три главных признака: 1) единую логику и общие цели национального социально-экономического развития; 2) компромиссное ко-функционирование, когда каждый из участников признает и соглашается с определенными выгодами и потерями для достижения общих целей; 3) эффект синергии в виде взаимного усиления положительного результата от ко-функционирования [5].

Сравнение некоторых показателей, отражающих образовательную, научную и инновационную сферы в глобальном инновационном индексе (табл. 3), дает контурное представление о том, как в Украине может быть изменена политика подготовки инженерных кадров и модернизированы механизмы их последующей интеграции в национальное и международное экономическое пространство. Изложим некоторые выводы из сравнительной таблицы.

По государственным затратам на образование, включающим только заработную плату занятых в образовательной сфере, Украина опережает некоторые страны-лидеры инновационного развития. В то время, как в Украине (63 место в рейтинге) государством отчисляется 6,2% ВВП на образование всех уровней, в Швейцарии (1 место) – 5,2%, в США (6 место) – 5,4%, в Израиле (15 место) – 5,6%. За счет гораздо более низкого уровня оплаты труда украинских преподавателей, в

нашем государстве содержится большее количество единиц преподавателей (8,29% всех занятых против 2,3% в США), что характеризует экстенсивную кадровую политику в сфере образования, когда качество и достойная оплата труда переходит в количество.

Таблица 2

Глобальный инновационный индекс и некоторые базовые экономические показатели по странам мира в 2013 году

Страна	Население, млн. человек	ВВП, млн. дол. США	ВВП на душу населения, дол. США	Глобальный инновационный индекс	Место в рейтинге из 143 стран	Место в рейтинге в 2012 году из 142 стран
Швейцария	8	650,8	46430,1	64,8	1	1
Великобритания	63,2	2535,8	37306,6	62,4	2	3
Швеция	9,5	557,9	41188,4	62,3	3	2
Финляндия	5,4	256,9	35616,6	60,7	4	6
Нидерланды	16,8	800	41,71	60,6	5	4
США	313,9	16799,7	53101	60,1	6	5
Сингапур	5,3	295,7	64583,6	59,2	7	8
Дания	5,6	331	37900,5	57,5	8	9
Люксембург	0,5	59,8	78669,8	56,9	9	12
Гонг Конг	7,2	273,7	52772	56,8	10	7
Канада	34,9	1825,1	43471,7	56,1	12	11
Германия	81,9	3636,6	40006,7	56	13	15
Норвегия	5	511,3	54946,7	55,6	14	16
Израиль	7,9	291,5	34770,1	55,5	15	14
Австралия	22,7	1505,3	43073,1	55	17	19
Австрия	8,5	415,4	42596,6	53,4	20	23
Япония	127,6	4901,5	36899,4	52,4	21	22
Франция	65,7	2737,4	35784	52,2	22	20
Бельгия	11,1	506,6	37880,5	51,7	23	21
Китай	1350,7	9181,4	9844	46,6	29	35
Венгрия	9,9	132,4	20065,1	44,6	35	31
Молдова	3,6	7,9	3736,1	40,7	43	45
Польша	38,5	516,1	21214,3	40,6	45	49
Россия	143,5	2118	17884,5	39,1	49	62
Беларусь	9,5	71,7	15753,2	37,1	58	77
Бразилия	198,7	2242,9	12220,9	36,3	61	64
Украина	45,6	177,8	7423,1	36,3	63	71
Армения	3	10,5	6190,7	36,1	65	59
Грузия	4,5	16,2	6144,8	34,5	74	73
Казахстан	16,8	220,3	14391,1	32,8	79	84
Азербайджан	9,3	73,5	11044,2	29,6	101	105
Ангола	20,8	121,7	6247,3	23,8	135	135

Источник: [World Intellectual Property Organization]

По доле населения с высшим образованием и доле выпускников инженерных специальностей Украина иногда опережает ведущие страны мира. Например, в Украине среди всех выпускников в 2013 году 25,6% были выпускники инженерных специальностей, тогда, как в Швейцарии – 19,8%, в США – 15,5%. Однако, возвращаясь к вышеупомянутой

тенденции 5% инженеров в общем количестве занятых в Европе и США, становится очевидным, что предложение выпускников-инженеров на рынке труда в среднем более, чем на 15% превышает спрос на них.

В этой ситуации, на наш взгляд, модель подготовки современных инженеров во многом должна быть ориентированна на инновационное предпринимательство, инновационно-технологический фриланс и самотрудоустройство через создание предприятий. Тогда, не лишним в программах подготовки инженеров было бы усиление юридической и экономической компоненты по вопросам организации и ведения бизнеса, ориентированного на массовые инновации, т.е. производство продукции и услуг массового потребления.

В отличие от образовательного, в секторе науки и исследований Украина существенно отстает от стран-лидеров инновационного рейтинга. Так, например, количество исследователей на 1 млн населения в Украине почти в 7 раз меньше, чем в Финляндии (4 место в рейтинге по глобальному инновационному индексу), которая ежегодно отчисляет из государственных фондов на исследования около 3,5% от ВВП, а Украина только 0,7%. Для сравнения государственное финансирование исследований в Швейцарии (1 место) составляет 2,9% ВВП, в Израиле – 3,9%. При этом, имея один из наивысших показателей доли населения с высшим образованием в 79,7% (в Швейцарии, например, эта доля составляет 54,3%), Украина демонстрирует достаточно низкий уровень так называемых «умственных» работников: всего 33,8%, в то время, как в Швейцарии этот показатель составляет 49,8%.

Следует заметить, что на примере анализируемой группы государств прослеживается еще одна тенденция рынка труда – существенный разрыв между количеством людей, получивших высшее образование, и количеством занятых в секторе умственного труда. Например, в США эти уровни составляют 95,3% и 36,3%; в Великобритании – 61,2% и 47,2%; в Швеции – 73,9% и 47,6% и только в Швейцарии эти показатели практически сбалансированны. Это говорит о том, что системы образования даже развитых инновационно стран, фактически, не готовят всех без исключения студентов к умственному труду и созданию инноваций, а их экономики, не смотря на инновационность, по-прежнему минимум на половину обеспечиваются специалистами рабочих профессий.

Отметим, что наряду с информационными, технологии энергосбережения стали одним из критериев инновационности развития, т.е. то, насколько эффективно экономика использует имеющиеся энергетические ресурсы, рассматривается как важнейшая составляющая глобального инновационного индекса страны. Так, на 1 кг нефтяного эквивалента потребленных энергоресурсов Швейцария производит 12,3 у.д.е. ВВП; Великобритания – 10,8; Дания – 10,6; Гонг Конг – 21,2; Израиль – 9; Украина – 2,3.

По данным ученых World Intellectual Property Organization в Украине 55,7% проводимых исследований финансируются бизнесом. Это неплохой уровень в сравнении со странами-лидерами: Нидерланды – 56,6%, Швейцария – 73,5%, Швеция – 67,8%; Израиль – 84,4%. Однако, если сравнить этот показатель с оценками экспертов уровня кооперации университетов и бизнеса, то видно, что в десятке стран-лидеров рейтинга оценка кооперации выше, чем процент финансирования науки, хотя общая база двух показателей одинакова и эквивалентна 100. Эксперты из Украины оценивают уровень кооперации бизнеса и образования в 40,7 условных баллов из 100.

Возникает вопрос: почему при почти половинной доле финансирования исследований, которые в Украине достаточно сосредоточены в университетах, бизнес-структурами, оценка уровня кооперации такая низкая? Можно предположить слабое действие выше упомянутого принципа комплементарной экономики, в результате чего участники инновационных процессов не всегда понимают и получают свои выгоды.

Сальдо платежей по роялти и лицензиям в инновационно развитых странах, как правило, положительное, т.е. полученные платежи из других стран превышают осуществленные. В Украине это сальдо отрицательное и составляет -0,7% ВВП. Однако, по количеству поданных патентов на 1 млн ВВП Украина, где этот показатель равен 7,5, уступает только Финляндии (8,7) и США (16,5) из анализируемых стран-лидеров.

Таблица 3

Некоторые показатели глобального инновационного индекса в 2013 году, отражающие образование, науку и инновационный бизнес в странах мира

Показатель	Швейцария	Великобритания	Швеция	Финляндия	Нидерланды	США	Сингапур	Дания	Люксембург	Гонг Конг	Украина	Израиль	Россия
Место в рейтинге стран по глобальному инновационному индексу	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	63	15	49
Госзатраты на образование, % от ВВП	5,2	6,2	7	6,8	5,9	5,4	3	8,7	-	3,6	6,2	5,6	4,1
Доля населения с высшим образованием, %	54,3	61,2	73,9	95,5	76,4	95,3	-	73,6	18,2	60,1	79,7	62,4	75,5
Выпускники-инженеры, % от общего количества выпускников	19,8	22,3	25,8	27,7	13,7	15,5	-	20,2	32,5	34,7	25,6	-	28,1
Исследователи, человек на 1 млн. населения	5994	6872	8470	10678	4972	-	7321	10182	5924	3471	1536	-	2602
Затраты на исследования, % от ВВП	2,9	1,7	3,4	3,5	2,2	2,8	2,2	3	1,5	0,7	0,7	3,9	1,1
Среднее количество баллов в QS рейтинге 3-х топ-университетов	86,2	98,9	70,3	59,4	74	98,7	56,8	70,9	0	85,1	22,9	56	49,3
ВВП на единицу потребленной энергии в кг	12,3	10,8	6,8	5,1	7,8	6,3	8,3	10,6	8,7	21,2	2,3	9	2,9

Количество поданных патентов на 1 млн ВВП	4,1	6,6	5,9	8,7	3,4	16,5	3,3	6,8	2,6	0,5	7,5	5,1	11,5
Количество научно-технических статей на 1 млрд ВВП	67,2	43	57,6	55,5	48,6	20,5	32,3	67,1	19,2	-	13,9	42,9	10,7
Индекс Хирша	569	851	511	372	576	1380	268	427	80	292	142	414	325
Высокотехнологичное производство, % от промышленного производства	63,2	38	47,8	45	36,7	43,3	70	44,8	2,7	23,5	21,7	32,9	23,9

Источник: [World Intellectual Property Organization]

Это подтверждает отсутствие эффективного механизма коммерциализации интеллектуальной собственности, что также должно быть учтено в дорожной карте подготовки современных инженеров.

Следует сказать несколько слов об инновационном феномене Израиля, который занимает 15 место в мировом рейтинге инновационного развития (см. табл. 3). По данным интернет-издания Forbes в 2013 году в Израиле было зарегистрировано 4800 высокотехнологичных стартапов при общем населении в 7,9 млн человек [6]. Автор статьи G. Shapiro (2013) замечает, что по своим климатическим, культурным и стратегическим характеристикам, приведшим к техническому буму, Израиль может конкурировать со всемирно известной Silicon Walley и называться «нацией стартапов». Израильский стартап Waze (приложения к мобильному телефону) был настолько успешен, что в 2012 году его поглотила компания Google. Среди заметных на мировом рынке инноваций компаний стартап OrCam – разработчик технологии, позволяющей слепым людям с поврежденными нервами глаза видеть, стартап Phinergy – разработчик литиевых батарей, в три раза повышающих пробег электрических автомобилей. Фондовая биржа Тель-Авива насчитывает 616 компаний, т.е. 1 акционерная компания приходится на 12 500 жителей Израиля. Для сравнения в США 1 акционерная компания приходится на 47 000 жителей.

Среди причин ускоренного инновационного развития Израиля называют эффективную систему образования, которая учит креативному мышлению; обязательную службу в армии, которая дает дисциплинированность и командный дух; мультикультурную среду, которая обуславливает вариативность решений; семейные ценности и стиль воспитания детей, нацеленных на достижение успехов.

К слову о мультикультурной среде необходимо отметить, что 940 тыс. человек эмигрировали в Израиль с постсоветского пространства только за период с 1989 по 2002 годы. Почти две трети от указанного количества были некогда жители Украины (33%) и России (32%) [7]. Не смотря на то, что официальной статистики по профессиональному составу эмигрантов нет в открытом доступе, можно выдвинуть гипотезу о преобладающей части именно тех самых «умственных» работников, которые сыграли свою важную роль в инновационном становлении Израиля.

Таким образом, подытоживая результаты анализа тенденций рынка труда для специалистов инженерных профессий и результаты межгосударственного сравнения составляющих глобального инновационного индекса по версии World Intellectual Property Organization, можно отметить следующее. Около 5% занятых по инженерным специальностям с довольно средней оплатой труда в масштабах развитых экономик мира призваны обеспечить инновационный рост, в основе которого находятся именно инженерные инновации. Этот факт выдвигает повышенные требования к качеству подготовки инженеров во всем мире. Устойчивое доминирование и рост сервисного сектора экономики по сравнению с промышленным сигнализируют о необходимости переориентации инженерных кадров на создание инноваций для сектора услуг. Наблюдающееся превышение количества выпускников инженерных специальностей над спросом на инженерные кадры может привести к сокращению количества баз подготовки инженеров с одновременным повышением их качества.

В рейтинге стран по глобальному индексу инновационного развития Украина занимает 63 место из 143 стран мира. Качественный анализ состава показателей, включенных в расчет данного индекса, показывает, что оценивается не только результат инновационной деятельности в виде количества произведенной инновационной продукции, повышающей стандарты жизни людей, но и широкий спектр условий и предпосылок к получению этих результатов в будущем, а именно правовая среда, образование, научные исследования и прочее. С одной стороны, это обеспечивает широкий охват анализируемых экономик, но, с другой стороны, не позволяет выкристаллизовать именно результативность инновационной деятельности по отношению к накопленному потенциалу. Также подобные оценки не позволяют сделать выводы о качестве жизни людей, которое должно повышаться в

результате инноваций и проблемы которого чрезвычайно актуальны в глобальном масштабе: смертность, вымирающие континенты, растущий разрыв между богатыми и бедными, резко снижающееся количество запасов питьевой воды, вопрос обеспечения продовольствием, глобальное потепление и прочее.

Факторы внешней среды, влияющие на подготовку инженерных кадров. Наряду с рынком труда, выполняющим функции ограничителя или катализатора в подготовке кадров тех или иных специальностей, а также инновационным состоянием экономик стран мира, отражающим конечную цель подготовки специалистов, необходимо учитывать и иные тренды и факторы внешней среды, которые помогут выявить сильные и слабые стороны инженерного образования, угрозы и возможности для его развития.

Развитые vs развивающиеся экономики. Глобальное разделение экономик на развитые и развивающиеся включает в себе некоторые возможности и угрозы для стран второй группы, к которой относится и Украина. С одной стороны, это широкий спектр образовательных и научных программ для студентов и преподавателей, финансируемых развитыми странами, но с другой стороны, во-первых, отток кадров, вызванный перепадом уровней социально-экономических стандартов, а во-вторых, негативный эффект закрепления статуса развивающейся экономики. Дело в том, что прочно укоренившиеся в развитых странах мультинациональные и транснациональные корпорации, размещающие свои производственные мощности на разных континентах, рассматривают развивающиеся страны в качестве поставщиков хорошо образованных и низко оплачиваемых инженерных и других кадров. Для некоторых из них именно фактор экономии на трудовых затратах становился основой реализации многих трансконтинентальных коммерческих проектов.

Поэтому подготовка качественных инженерных кадров в Украине с переходной экономикой – это одна проблема, но коммерциализация знаний и умений этих кадров согласно уровню оплаты труда развитых стран – это другая проблема, преодоление которой, на наш взгляд, лежит в развитии внутренней инновационной экономики, чтобы украинских выпускников-инженеров воспринимали не столько, как человеческий ресурс, сколько как партнеров или даже конкурентов по бизнесу.

Историческая динамика развития технологий. Проследив хронологию изобретений человечества за всю историю его существования, можно утверждать, что зависимость между фактором времени и неким интегральным показателем, отражающим количество, качество, охват сфер деятельности и сложность (комплексность) инженерных технологий, имеет экспоненциальный характер, т.е. все больший и больший рост и прогресс в инженерных технологиях наблюдается за меньший и меньший отрезок времени. Например, 1,5 – 2 млн лет назад человек начал осваивать огонь и только 50 тыс. лет до н.э. научился ловить рыбу, изобрел лук, стрелы и счетные палочки. Через 46 тыс. лет в 4 тысячелетии до н.э. был изобретен цемент, папирус и процесс мощения дорог камнем. Еще через 2 тыс. лет во 2 тысячелетии до н.э. было выплавлено железо и стекло, а через 1600 лет в 4 веке до н.э. были изобретены компас, катапульта и монеты. Однако, уже в 1 веке н.э. – через 300 лет – появилась простейшая паровая турбина и сейсмометр, а в 8 веке – парашют и дельтаплан.

Если на ранних этапах развития человечества временной промежуток между простейшими изобретениями составлял десятки тысяч лет, а в первой половине второго тысячелетия н.э. (11 – 16 века) изобретения появлялись каждый век, то, начиная с 17 века, все более сложные изобретения появлялись каждое десятилетие. Например, в 1705 году был изобретен поршневой паровой двигатель, в 1717 – токарно-винторезный станок с механизированной поддержкой, в 1733 – ахроматические линзы, в 1745 – электрический конденсатор, в 1769 – полноразмерный паровой автомобиль и т.д. В период с 18 по 19 век в инженерной летописи изобретения фиксируются каждый год, в 20 веке – по несколько знаменательных инженерных новинок в год. За последние 260 лет, начиная с 1770 года, в экономике сменилось 6! технологических укладов (Д.С. Львов, С.Ю. Глазьев, 1986) (рис. 5).

Чтобы понять масштабность изменений, нужно вспомнить, что технологический уклад – это некий средний уровень технической оснащенности сопряженных отраслей экономики.



Рис. 5. Технологические уклады [Источник: 10,11]

Таким образом, каждые 40-50 лет происходит тотальная смена принципов и инструментов производства по всем отраслям хозяйствования. На современном этапе в 21 веке технологические новинки появляются каждую неделю, а новые знания – каждый день [8-9].

Для инженерного образования данный тренд, как никакой другой, подтверждает актуальность принципа «life-long learning», т.к. короткий жизненный цикл технологий требует от инженера каждодневного обучения. При этом обучение должно быть самостоятельным, т.к., следуя скорости изменения технологий во времени, можно предположить, что в будущем за время,

потраченное на поиск курсов и прослушивание лекций по той или иной технологии, эта технология успеет устареть. Для преподавателей в этом кроется также своеобразный вызов, сводящийся к скорости освоения и передачи студентам новых знаний. Преподаватели наравне со студентами должны сейчас и в будущем каждый день самообучаться. Задача овладения новыми знаниями для украинских инженеров усложняется еще и необходимостью делать это интенсивнее и быстрее, чем, например, в других развитых странах. Это объясняется тем, что если в США на долю 3 технологического уклада приходится 0% экономики, 4 – 20%, 5 – 60% и 6 – 5%, то в Украине на долю 3 технологического уклада приходится 57,9% экономики, 4 – 38%, 5 – 4%, 6 – 0,1% [12].

Среди будущих технологий, которые в настоящий момент находятся на различных стадиях разработки и внедрения, можно отметить следующие. В сельском хозяйстве: робототехника, замкнутая экосистема, точное земледелие и химическая еда, независимая от природных и погодных факторов; в биотехнологиях и здравоохранении: искусственная утроба, генная инженерия и выращивание органов, искусственные фотосинтез и замедление старения, роботизированная хирургия и пересадка головы; в энергетике: управляемый термоядерный синтез, биотопливо, нанопроводниковый аккумулятор, беспроводная передача электричества, наноантенны; в транспорте: электромобили, персональный воздушный транспорт, гиперзвуковой двигатель, неракетные технологии полётов в космосе; в информационных технологиях: натальная электроника, искусственный интеллект, семантическая паутина, квантовый компьютер, голография, виртуальная реальность, 3D-принтинг; в прикладной механике: нанороботы, экзоскелеты, молекулярные роторы и пропеллеры; в материаловедении: высокотемпературная сверхпроводимость и сверхтекучесть, метаматериалы, углеродные нанотрубки, программируемая материя, трансмутация атомов; в других направлениях: искусственная гравитация, электролазер, гравитационный двигатель, солнечный парус, город под куполом, адиабатическое размагничивание, удаленное присутствие [13-17].

Прорыв в нейронауках и когнитивных технологиях. Недавние исследования восприятия информации мозгом человека позволили выдвинуть предположение, что в недалеком будущем большие объемы информации будут считываться человеком за секунды со специальных картограмм и инфограмм, передающих функционально различные части информации в разные участки коры головного мозга [18]. Соответственно, открытия в процессах обучаемости индивида не могут не повлиять на процессы преподавания. Учителям будущего необходимо будет не только научиться составлять картограммы и инфограммы, но и определиться с тем, что именно будет продаваться под общим брендом «образовательная услуга» и что именно будет иметь ценность для её потребителя – новая информация, уникальные методики её передачи и запоминания, личностный фактор преподавателя или иное. Можно предположить, что весомой ценностью для потребителей знаний в будущем будет обладать именно скорость передачи и восприятия новых знаний, что откроет новый этап динамических характеристик образовательных услуг, хотя уже сегодня можно встретить предложения рынка изучить, например, английский язык за несколько недель. Можно спорить о качестве данной образовательной услуги и подвергать сомнению принципиальную возможность ее оказания, но сам факт того, что для привлечения слушателей главным становится именно фактор времени является бесспорным.

Среди других когнитивных технологий, способных изменить мир, отмечаются когнотропные препараты, влияющие на интеллект и эмоции; нейровизуализация или «прозрачная голова», позволяющая видеть и анализировать реакцию мозга на те или иные процессы и явления окружающей среды (в настоящее время данные технологии активно используются в маркетинге для изучения реакции мозга покупателя на различные рекламные инструменты); киборги или искусственные органы чувств; когнитивные ассистенты (секретари), открывающие возможность учитывать текущее психо-эмоциональное состояние человека при взаимодействии с ним (например, ожидается, что европейцы, озабоченные проблемами безопасности, потребуют для водителей общественного транспорта установить такие приборы, и тогда рынок подобных устройств будет исчисляться сотнями миллионов);

мозго-машинные интерфейсы для передачи мыслей компьютерным устройствам; интеллектуальные роботы, имитирующие мышление; автоматический анализ текстов, конкурирующий с работой аналитиков, писателей, журналистов, переводчиков и других профессионалов данного направления [19].

Тренд выездного обучения. Все чаще в развитых странах звучит тезис об эффективности выведения процесса обучения за пределы университетских аудиторий. В 2011 году Департамент образования США принял государственную программу «Outdoor education», согласно которой непосредственно процесс изучения школьных предметов должен быть максимально приближен к реальным объектам. Например, курс ботаники предполагается частично изучать в ботанических садах и заповедниках, курс анатомии – в специальных лабораториях медицинских университетов и больниц, адаптированных для восприятия детей школьного возраста и т.д. [20-23]. В Европе широко используется в учебных целях научный центр «Коперник» в Варшаве, где можно увидеть в действии основные физические явления природы. Этот центр работает в самом современном направлении – стиле научного перформанса: проводит научные вечера с представителями компаний-разработчиков инновационных технологий и продуктов; предлагает посетить открытые научные лаборатории, где с помощью инструктора можно провести эксперименты и понаблюдать за высокотехнологичным оборудованием в действии; организывает выставки и показы «Наука и искусство», «Лазерный показ», «Театр высоких напряжений», «Театр роботов» и т.д. [24]. Фактически, центр выполняет функцию популяризации научной деятельности и технического творчества, презентуя физику, химию, технологии в востребованном современной молодежью виде шоу и инсталляций.

Музей человеческого тела в Лейдене предлагает школьникам в буквальном смысле осуществить путешествие, которое начинается от станции «Колено» и заканчивается станцией «Головной мозг». Здесь можно увидеть, как работает тазобедренная кость при ходьбе, посетить театр легких, рассмотреть процесс зачатия, и даже почувствовать себя эритроцитом. Организм изнутри можно потрогать и осознать, как он работает [25].

В США активно развиваются образовательно-производственные сообщества, предлагающие образовательные услуги в формате обучения в процессе работы на предприятиях, по сути, являющиеся альтернативой классическому университетскому образованию [26-27].

На наш взгляд, очевидно, что на смену технологии передачи знаний «человек - человек», когда основной поток информации происходит от преподавателя, а от его лекторских способностей зависит процент запоминания студентом материала, приходит технология «мир - человек», когда студент оказывается вовлеченным в естественные процессы природы и окружающей среды, которые являются источником информации и одновременно мгновенным опытом обучаемого. Уровень освоения материала в процессе посещения подобных музеев оказывается почти 100%, параллельно вырабатывая осознанное отношение, например, школьников, к тому или иному виду занятий, т.е. способствуя их профессиональной ориентации.

В данной связи задачей государства является формирование эффективных механизмов кооперации образовательных институтов, производственных компаний и организаций сферы услуг на все тех же вышеупомянутых принципах экономической комплементарности с целью совместного развития человеческого капитала для национальных и глобальной экономик.

Образовательное фритредёрство vs протекционизм. Фритредёрство и протекционизм – два полярных типа государственной торговой политики, предполагающих, соответственно, полную открытость границ для иностранных товаров и услуг и полную их закрытость.

Несмотря на глобализацию, которая, казалось бы, предполагает свободные потоки товаров и услуг между государствами и соответствует принципам фритредёрства, по-прежнему существуют торговые альянсы и союзы, серьезно защищающие торгово-экономические интересы стран-участниц. Однако это касается в большей степени производственной сферы, чего не скажешь о сфере образовательных услуг, которая не рассматривается с данной точки зрения.

Провозглашенная всеобщая мобильность студентов и преподавателей приносит очевидные

выгоды экономически развитым странам, т.к. именно туда направлены наибольшие потоки образовательных мигрантов из развивающихся стран. В Украине это усугубляется еще и тем, что в целях установления кооперативных связей, нередко на рынок образовательных услуг по инициативе государства допускаются мощные зарубежные университеты, которые проводят успешные маркетинговые кампании среди украинских студентов, например, через организацию тематических выставок университетов определенных стран мира в городах Украины. Этим, фактически, реализуется политика образовательного фритредёрства.

Представить, что украинские ВУЗы могли бы быть допущены на рынок развитых стран сложно не только по причине их политики образовательного протекционизма, но и по причине низкого уровня конкурентоспособности отечественных образовательных услуг исключительно с точки зрения материально-технического сопровождения процесса обучения.

На наш взгляд, в Украине должны быть реализованы подходы здорового образовательного протекционизма, когда экономическими методами сфера образовательных услуг могла бы быть выведена на конкурентоспособный с другими странами уровень, а наряду с мобильностью студентов была бы обеспечена мобильность знаний и образовательных технологий. Это предполагает, что студент не должен отправляться в другие страны в поисках знаний, а знания передаются ему из других стран через специальные образовательные модели. Подобные принципы способствовали бы развитию у молодежи образовательного патриотизма.

Особенности ведения бизнеса в развивающихся странах. Среди многих характерных черт бизнес-культуры Украины, как развивающейся страны, можно отметить следующие, влияющие на подготовку современных инженеров. Из-за нестабильной среды бизнес в Украине преимущественно ориентирован на краткосрочные вместо долгосрочных перспективы, на инвестиционную модель развития вместо инновационной, не смотря на почти 50% финансирования научных исследований, как указывалось выше, и на стратегию низких затрат.

Краткосрочные перспективы в ведении бизнеса предполагают сиюминутное использование подручных ресурсов для достижения «быстрой» выгоды без планирования мероприятий по усовершенствованию этих ресурсов и технологий их использования. В противоположность данному подходу человеческий ресурс требует длительного процесса формирования и инвестиций.

Для инвестиционной модели ведения бизнеса, когда новые технологии и продукты импортируются из других стран, созданы благоприятные условия в виде таможенных пошлин и налоговых льгот. Инновационная же модель, требующая значительных вложений для создания и апробации новых технологий и продуктов и сопряженная с высокими экономическими рисками научных и коммерческих неудач противоречит задаче получения «быстрой» прибыли.

Бизнес-стратегия низких затрат нередко приводит к ситуациям, которые можно назвать «ролевым парадоксом», заключающимся в том, что управленцы компаний, принимая на себя различные экономические роли, сталкиваются с конфликтом интересов этих ролей и принимают решения в пользу низких затрат и против инновационного развития.

Например, как продавцы определенного продукта, менеджеры преследуют цели низких затрат и низкой цены и нередко отклоняют проекты по внедрению инновационных технологий из-за высоких первоначальных капитальных затрат, ведущих к удорожанию. Однако, те же менеджеры, принимая роль покупателей этого же продукта стремятся к снижению эксплуатационных затрат, пренебрегая высокой первоначальной стоимостью, и предпочитают приобретать зарубежный дорогой аналог с применением инновационных технологий вместо отечественного, ими же произведенного.

Вследствие подобных явлений, подготовленный инженер-инноватор может оказаться не достаточно востребован на рынке труда со стороны бизнеса.

Эволюция парадигмы инженерного образования. Ставя вопрос о том, каким должен быть инженер будущего и как должна выглядеть дорожная карта его подготовки для достижения необходимых характеристик в постоянно меняющихся социально-

экономических условиях, на наш взгляд, необходимо проследить основные вехи в развитии инженерного образования, чтобы увидеть произошедшие за последнее время трансформации.

Несмотря на биполярность мира в 20 столетии, эволюция парадигмы инженерного образования заключала в себе примерно одинаковые этапы, как для восточной, так и для западной экономической модели, возможно, чуть с небольшой разницей во времени перехода от одного этапа к другому (рис. 6).

По мнению американских исследователей вопросов инженерного образования G. Trygvasson G. и D. Arlian (2006) подготовка современных инженеров с целью их эффективной адаптации в инновационной экономике должна базироваться на четырех фундаментальных составляющих: 1) информации, 2) инструментарии решения технологических задач, 3) коммуникации с людьми и 4) фантазии (рис. 7).

Таким образом, принципы подготовки современного инженера все более нацелены на социализацию инженерного образования, под которым можно понимать самостоятельное служение общественным интересам через создание и вывод на рынок новых продуктов, помимо традиционного выполнения инженерных задач в лабораториях или на заказ крупных предприятий. Подобное инженерное образование предполагает воспитание лидерских качеств у будущих инженеров.



Рис. 6. Эволюционные этапы развития парадигмы инженерного образования [Источник: 8]

На первый взгляд, философия формирования инженера-предпринимателя является достаточно спорной, если рассматривать её, как единственно приемлемую, потому как некоторая широкопрофильная платформа подготовки инженеров всегда будет конкурировать с узкопрофильной платформой, предполагающей, что специалист в области инженерии

должен решать исключительно технологические задачи на высочайшем профессиональном уровне, совершенствуя свое мастерство путем углубления в науку и практику.

Если же предположить сосуществование двух названных подходов, то можно понять, что они не являются взаимоисключающими и что концепция подготовки инженера-предпринимателя призвана обеспечить кадрами новый зародившийся сектор экономики – малого инновационного предпринимательства, которое, однако, достаточно скоро трансформируется в крупный бизнес.

Подобные рассуждения еще раз доказывают необходимость выстраивания комплементарной инновационной системы, т.к. ВУЗ не может самостоятельно выбрать готовить ли инженеров-профессионалов-ученых или инженеров-предпринимателей без учета макрополитики государства и бизнеса.



Рис. 7. Составляющие подготовки инженера-предпринимателя согласно исследованию американских ученых G. Trygvasson G. и D. Apelian

Например, если политика государства направлена на поддержку и развитие крупных корпораций, а также существуют механизмы интеграции крупного бизнеса с университетами, то закономерно сделать акцент на подготовке инженеров-профессионалов, адаптированных к решению конкретных технологических задач в лабораториях.

Если же политика государства нацелена на развитие предпринимательского сектора и существует соответствующая финансово-кредитная инфраструктура с правовым полем, то можно готовить инженеров-предпринимателей.

Если государство стремится преследовать одновременно две цели, то тогда необходимо найти разумный баланс между подготовкой двух типов инженеров. К тому же уровень развития современных наук о человеке позволяет определить психо-физиологические характеристики личности для того или иного вида занятий, ведь в западной экономической мысли склонности к предпринимательству не только причислены к факторам производства, но и названы талантом, проявляющимся далеко не у всех. В таком случае, сам факт необходимости выбора модели обучения современных студентов инженерных специальностей, а также правильной профориентации абитуриентов, можно расценивать, как один из вызовов инженерному образованию, требующий принятия взвешенного управленческого решения с учетом многих внутренних и внешних факторов.

Дорожная карта подготовки современного инженера. Исходя из всего выше изложенного, можно предложить следующую концепцию подготовки кадров инженерных специальностей, схематично изображенную на рис. 8.

Инженер, обученный в соответствии с требованиями времени, на выходе должен обладать глубокими профессиональными знаниями, иметь творческий тип мышления с соответствующим инструментарием решения творческих инженерных задач, видеть перспективу и иметь здоровый амбициозный план саморазвития, быть коммуникабельным и уметь работать в команде. Эти характеристики могут быть достигнуты в процессе формирования будущего инженера исключительно путем тесного взаимодействия органов государственного управления, университетов и предприятий.

Университеты, вовлеченные в исследования рынка труда, рынка образовательных услуг и технологий преподавания, разрабатывают обязательные дисциплины и предметы по выбору, составляя, таким образом, уникальные образовательные программы. Их уникальность может проявляться не только в перечне дисциплин, но и, главным образом, в содержательной части этих дисциплин, которая модернизируется и усовершенствуется благодаря результатам научных исследований, проводимых университетами.

Задача предприятий в этой связи обозначить острые проблемы, которые необходимо решить для создания продукции более высокого качества, и, при необходимости, допустить исследователей университета к технике и лабораториям. Задача университета передать новейшие знания, полученные в кооперации с бизнесом, будущим инженерам.

Такое взаимодействие вписывается в модель двустороннего аутсорсинга – привлечения ресурсов со стороны. Университет как бы привлекает производственное оборудование от предприятий путем получения доступа к нему, а предприятие привлекает профессиональных исследователей из университета, ставя им производственные задачи и получая решение.

Также университетам и предприятиям для подготовки квалифицированных инженеров необходимо совместно обеспечить базы и методики прохождения студентами производственных практик, а для реализации принципа «life-long learning» - специальные курсы и программы повышения квалификации и переподготовки инженеров. В соответствии с временем, предприятия выдвигают новые требования к специалистам в области инжиниринга, которые обязательно должны быть озвучены университетам и учтены университетами во всем цикле подготовки специалистов.

Высшие учебные заведения, как открытые и интегрированные в международное пространство системы, должны опираться не только на классические отечественные программы подготовки инженеров, но и использовать опыт зарубежных технических ВУЗов путем развития специальных международных научно-образовательных программ.

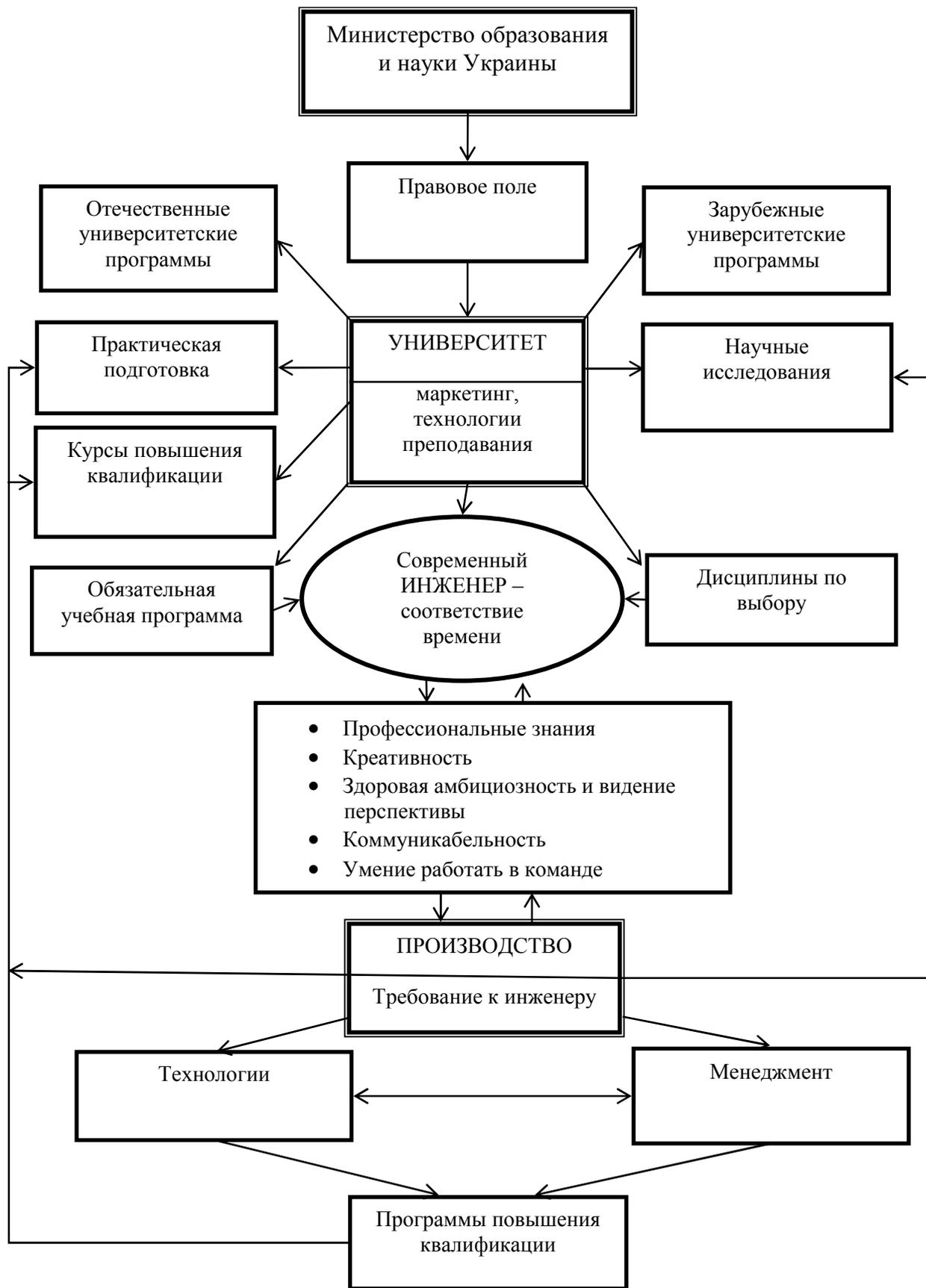


Рис. 8. Дорожная карта подготовки современного инженера

Однако, подобная кооперация университетов и предприятий возможна исключительно при участии органов государственной власти, а именно Министерства образования и науки и

других профильных министерств и ведомств, которые формируют специальное правовое поле для осуществления связей бизнеса и образования в процессе развития национального человеческого капитала.

Выводы. Главным принципом дорожной карты подготовки современного инженера является взаимодополняющее партнерство университетов, бизнеса и власти, ее главным ориентиром – инновационная экономика. При этом образовательные технологии по содержанию курсов и методике их передачи студентам должны соответствовать современным инженерным технологиям, лежащим в основе технологических укладов, и отвечать скорости создания и распространения новых знаний в мире. Дорожную карту подготовки современных инженеров необходимо адаптировать к национальным экономическим особенностям каждой отдельной страны, не оставляя без внимания общемировые тренды на рынке труда, в области инноваций и исследований.

Литература:

1. Sargent Jr. J. F. The U.S. Science and Engineering Workforce: Recent, Current and Projected Employment, Wages and Unemployment [E-source] / J. F. Sargent // Available at: <http://fas.org/sgp/crs/misc/R43061.pdf>
2. European Engineering Report [E-source]. - Available at: http://www.vdi.de/uploads/media/2010-04_IW_European_Engineering_Report_02.pdf
3. Трудовые ресурсы. Федеральная служба государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/#
4. The Global Innovation Index 2014. The Human Factor in Innovation [E-source]. - Available at: <http://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=GII-Home>
5. Jackson G., Deeg R. Comparing Capitalisms: Understanding Institutional Diversity and its Implications for International Business / G. Jackson, R. Deeg // Journal of International Business Studies. – 2008. – 39/4. – 540-561 p.p.
6. Shapiro G. What are the Secrets Behind Israel's Growing Innovative Edge? [E-source] / G. Shapiro // Available at: <http://www.forbes.com/sites/realspin/2013/11/07/what-are-the-secrets-behind-israels-growing-innovative-edge/>
7. Тольц М. Российская эмиграция в Израиль / М. Тольц // Население и общество. Информационный бюллетень Центра демографии и экологии человека Института народохозяйственного прогнозирования РАН. – 2003. - №71. – С. 56 – 60
8. Trygvasson G., Apelian D. Re-engineering Engineering Education for the Challenges of the 21st Century / G. Trygvasson G., D. Apelian // JOM. - October. - 14-18 p.p.
9. Greatest Engineering Achievements of the 20th Century [E-source]. – Available at: <http://www.greatachievements.org/?id=2984>
10. Авербух В. М. Шестой технологический уклад и перспективы России (краткий обзор) / В. М. Авербух // Вестник СтавГУ : журнал. - Ставрополь, 2010. - № 71. - С. 159-166.
11. Глазьев С. Ю., Львов Д. С., Фетисов Г. Г. Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы централизованного регулирования. / С. Ю. Глазьев, Д. С. Львов, Г. Г. Фетисов - М.: Наука, 1992. - 207 с.
12. Василенко В. Технологические уклады в контексте стремления экономических систем к идеальности // Соціально-економічні проблеми і держава : журнал. - Тернополь, 2013. - Т. 8. - № 1. - С. 65-72.
13. IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, & Fuertes, J. M. (1999). 1999 7th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation proceedings, ETFA'99, October 18-21, 1999. - Piscataway, N.J.: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
14. Jones-Garmil K. The wired museum: Emerging technology and changing paradigms. - Washington: American Association of Museums, 1997.
15. Giersch H. Emerging technologies: Consequences for economic growth, structural change,

and employment, symposium. - Tübingen: Mohr, 1981.

16. Ekins S., Xu J. Drug Efficacy, Safety, and Biologics Discovery: Emerging Technologies and Tools, 2009. – 145 p.

17. Emerging Technologies in Wireless LANs: Theory, Design, and Deployment, 2009. – 156 p.

18. Five Big Trends for Education in 2012-13 [E-source]. – Available at: <http://www.forbes.com/sites/jamesmarshallcrotty/2011/11/21/5-big-trends-for-education-in-2012-13/>

19. Семь когнитивных технологий, которые изменят мир [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://expert.ru/russian_reporter/2010/41/tehnologii/

20. College Enrollment and Work Activity of 2012 High School Graduates // US Bureau of Labor Statistics, April 17, 2013 [E-source] – Available at: <http://www.bls.gov/news.release/hsgec.nr0.htm>

21. The Most Educated Countries in the World // Edu-Active.com, 21.09.2013 [E-source] – Available at: <http://www.edu-active.com/news/2013/sep/21/most-educated-countries-wg2orld.html>

22. Education at a Glance 2012. OECD indicators. – Paris: OECD Publishing, 2012. – p. 360.

23. Education at a Glance 2011. OECD indicators. – Paris: OECD Publishing, 2011. – p. 232.

24. Kopernic Center [E-source]. – Available at: <http://www.kopernik.org.pl/ru/dla-doroslych/>

25. Музей тела в Лейдене [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://workingmama.ru/travels/holland/amsterdam/museums/muzej_chelovecheskogo_tela_corpus_v_lejdene_corpus_25855

26. UN College [E-source]. – Available at: <http://www.uncollege.org/>

27. V. Strauss. Global education market reaches \$4.4 trillion — and is growing // The Washington Post, February 9, 2013 [E-source] – Available at: <http://www.washingtonpost.com/blogs/answer-sheet/wp/2013/02/09/global-education-market-reaches-4-4-trillion-and-is-growing/>