

9. «Киров-Энергомаш» делает ставку на «кайдзен» [Электронный ресурс] // Портал машиностроения: сайт. – 2012. – 23 окт. – URL: [http://www.mashportal.ru/company\\_news-26904.aspx](http://www.mashportal.ru/company_news-26904.aspx), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 23.10.2012).
10. 100 лучших предложений в промышленности – 2012. Итоги рейтинга. – М.: Упр. пр-вом, Центр индустр. исслед., 2012. – 32 с.
11. Матевосов, А.М. Одиссея патентного подразделения // Патенты и лицензии. – 2016. – № 6. – С. 49–51.
12. Новые горизонты новаторов [Электронный ресурс] // Новочеркасский электровозостроительный завод: сайт. – 2013. – 27 июня. – URL: <https://www.nevz.com/page.php?id=44>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 27.06.2013).
13. Темник для изобретателей и рационализаторов / сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1975. – 104 с.
14. Рыжкин, И.Ю. Комплексная диагностика предприятий [Электронный ресурс] // Управление производством: портал. – 2013. – 3 дек. – URL: [http://www.up-pro.ru/library/production\\_management/operations\\_management/complexnaya-diaagnostika.html](http://www.up-pro.ru/library/production_management/operations_management/complexnaya-diaagnostika.html), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 03.12.2013).
15. Литвин, С.С. Типовые контрольные вопросы на информационном этапе ТРИЗ-инжиниринга // Журнал ТРИЗ. – 1995. – № 1. – С. 63–65.
16. Лихолетов, В.В. Основы инжиниринговой деятельности: учеб. пособие / В.В. Лихолетов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 124 с.
17. Герасимов, В.М. Зачем технике плюрализм (развитие альтернативных технических систем путем их объединения в надсистему) / В.М. Герасимов, С.С. Литвин // Журнал ТРИЗ. – 1990. – № 1. – С. 11–26.
18. Hammer, M. Reengineering the corporation: A manifesto for business revolution / M. Hammer, J. Champy. – N.Y.: HarperBusiness, Collins, 1993. – 272 pp.
19. Петришева, И. Новый формат рационализаторской деятельности – создание банка инновационно-технических решений / И. Петришева, Н. Петришев, Н. Ефремова // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. – 2015. – № 1. – С. 18–25.
20. О внесении изменений в Положение о рационализаторской деятельности в ОАО «РЖД» и Порядок рассмотрения, использования, определения эффективности рационализаторского предложения и определения размера вознаграждения и премий за содействие авторам рационализаторского предложения, утвержденные распоряжением ОАО «РЖД» от 03.03.2014 г. № 552р: Распоряжение ОАО «РЖД» от 10.12.2014 № 2911р // Экономика железных дорог. – 2015 – № 3. – С. 166–168.
21. Повышать эффективность рационализаторской деятельности // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 4. – С. 40–45.

## Особенности инженерного образования в инновационной экономике

О.А. Моисеева<sup>1</sup>, Ю.П. Фирстов<sup>1</sup>, И.С. Тимофеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

Получено 31.05.2017 / Отредактировано 31.11.2017 / Опубликовано 31.12.2017

### Аннотация

**В условиях быстро развивающегося рынка необходима тесная связь решений, принимаемых по разным направлениям. Эта особенность должна найти отражение в инженерном образовании. Методологической основой проведенной работы является теория технологических укладов. Показывается, что инженерно-экономическая среда формируется как совокупность технологических укладов, в которых решаются проблемы согласованного развития технологий. Предлагаются модели процессов формирования современных инженерных знаний.**

**Ключевые слова:** инновации, инженерия, модели, междисциплинарность, технологические уклады, экономика.

**Key words:** innovation, engineering, model, multidisciplinary, technological structure, economics, economy.

### Введение

Происходящая быстрая смена мирового экономического уклада [6, с. 391; 12] (формирование экономики инноваций) вызывает необходимость изменений в образовании [7, с. 245; 20]. Нужно учесть связь изменений инженерных знаний и инновационного рынка.

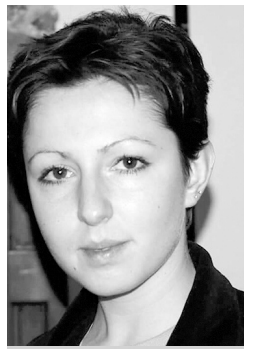
Дело в том, что в современном высоко интегрированном рынке технические объекты, конечно, выполняют свои прикладные (технические) функции. Но, вместе с тем, они все более выполняют и системные функции, то есть функции влияния на созидательные процессы экономической среды.

На практике это проявляется так. Проектируется новая интегральная схема (ИС). Ее появление на рынке вызывает быстрые изменения. В результате возникают новые условия для улучшения интегральной схемы: новые свойства потребителя, технологические возможности, варианты использования. Происходит дальнейшее

совершенствование конструкции интегральной схемы и изменение рынка. При этом изменение ИС не должно вносить рассогласований в созидательные процессы экономической среды. Иначе, непрерывное совершенствование ИС прекратится. Значит, интегральная схема должна обладать системными свойствами, управляющими согласованностью изменений рынка (согласованностью созидательных процессов в рынке).

Нужно одновременно обеспечивать наличие должных технических и системных свойств инженерного объекта. В учебном курсе нужно отвечать на вопрос: *каким образом формируется комплекс инженерных объектов, сохраняющий согласованность изменений технико-экономической среды.*

Для этого требуется изучить процессы формирования современных инженерных знаний, разработать их модели, отобразить в содержании учебных курсов. Эти вопросы, так или иначе,



О.А. Моисеева



Ю.П. Фирстов



И.С. Тимофеев

поднимались в литературе [1, с. 57; 2, 5, 17]. Они рассматриваются в работах научного направления «Управление знаниями» [14, с. 37; 15, с. 46]. Однако, в должной мере не учитываются фундаментальные особенности процессов развития экономики инноваций. Не рассматриваются особенности взаимодействия технических и экономических знаний в процессе инновационного развития систем.

Особенностью данной статьи является использование моделей развития экономики инноваций. Существо примененных моделей состоит в следующем. Современная экономика основана на множестве способов производства [6, с. 391], созданных массовыми технологиями разной природы (индустриальными, информационными, социальными и др.), формирующими свои технологические уклады (С.Ю. Глазьев [6, с. 391; 7, с. 245; 8, с. 256]). Технологические уклады состоят из высоко интегрированных комплексов потребителей, производств, продуктов и др. (микроэлектроника, информационные системы, интернет, системы массовой информации, массовые потребительские технологии и др.). Каждая массовая технология совершенствуется вместе со своим технологическим укладом. Поэтому у инженеров объектом изучения становится технологический уклад.

В статье исследуются процессы создания знаний в технологических укладах экономики инноваций. Рассматриваются особенности организации соответствующих учебных курсов. Это представляет интерес, поскольку теория технологических укладов лежит в основе одного из хорошо известных вариантов Программы развития РФ [7, с. 245]. Описание результатов применения такого подхода в известной авторам литературе, отсутствует.

В статье разработаны соответствующие модели развития инженерных знаний. Они применены для создания учебного курса по микроэлектронике. Исследование содержания курса показало, что обеспечивается ряд важных свойств: согласованность применения математи-

ческого моделирования и экспертных методов, наличие «резонансов» знаний в процессе изложения, упрощение одновременных изменений разных частей курса и др.

В статье обосновывается, что для обучения инженеров полезно ввести курсы «Системный анализ в экономике инноваций» и «Основы экономики инноваций». Полученные результаты могут быть использованы при создании учебных курсов для подготовки специалистов по управлению развитием технологий в экономике инноваций.

Авторы благодарны академику С.Ю. Глазьеву, профессору Г.Н. Азоеву, профессору И.А. Лазареву, профессору В.В. Харитонову и др. за полезные обсуждения вопросов управления формированием новых технологических укладов во время совместной работы с Национальным исследовательским ядерным университетом «МИФИ».

## 1. Материалы и методы.

### 1.1 Методологическая проблема развития современной инженерии

В современной экономике (экономике инноваций) доминирующей задачей становится обеспечение согласованности множества изменений, одновременно создаваемых созидательными процессами разной природы. Необходима синхронизация процессов развития всей системы знаний [18, с. 28-31]. Поэтому, для исследования инженерии в экономике инноваций, прежде всего, нужно определить ее роль в решении этой проблемы.

Согласованное развитие технологической и экономической среды создается двумя типами методов формирования будущего [3, с. 75; 4, с. 73]. Первый метод: описание знаний формальными моделями (теоретико-множественными, логическими) и осуществление моделирования. Это, прежде всего, присуще естественным наукам. Главное свойство формальных моделей состоит в том, что «упакованные» в них знания, создают высоко согласованные между собой созидательные процессы разной природы. Примером

являются, в частности, формальные модели геометрии Евклида. Они создали «резонанс» развития многих областей знания, вызвали фундаментальное преобразование опыта мышления Древней Греции. Еще большее значение в создании интеграции имела механика Ньютона-Лейбница. Таким образом, формирование естественно-научных знаний не может быть отделено от творческих процессов, создаваемых ими социальной и экономической среде [9, с. 6-10]. Эта связь не должна разрываться в учебном процессе, связанном с быстро меняющимся рынком.

Однако, в ходе развития хозяйственно-технологической среды (качественных изменений) многие формальные модели теряют адекватность практике. Соответственно, возникает потеря согласованности связанных с ними творческих (созидательных) процессов. Система знаний теряет связь с экономической реальностью. Происходит падение интереса к изучению формального знания (прежде всего, математики).

Второй метод согласованного развития систем связан с использованием системных методов [1, с. 57; 3, с. 75; 4, с. 73; 21, с. 352]. Фиксируются полученные из опыта условия согласованности созидательных (творческих) процессов. Создаются шаблоны отношений, поддерживающих согласованность принятия решений [11, с. 13-25; 14, с. 1159; 21, с. 352]; концепции; обобщенные показатели; индикаторы. Они определяют условия, при которых возникающие в системе созидательные процессы могут быть согласованы. Это повышает достоверность экспертных мнений. Такой подход присущ гуманитарным дисциплинам. Проблема в том, что в реальности влияние разных шаблонов принятия решений может оказаться противоречивым, недостаточным и неустойчивым. Это создает трудности в инновационном развитии, требующем высокой согласованности.

Два рассмотренных подхода взаимосвязаны. У каждого подхода есть своя

функция в процессе создания согласованного развития, имеются свои ограничения. Нужно обеспечить согласованность результатов их применения.

Инженерия применяет одновременно оба метода: как формальные модели физики и техники, так и системные концепции, и шаблоны. Она, является и естественно-научной и экономической дисциплиной. Поэтому для развития инженерии (а значит, и для создания целостного учебного курса) нужно обеспечить непрерывную согласованность результатов применения формально-логических и системных методов в ходе создания изучаемых систем. Применение методов должно содействовать друг другу в повышении эффективности.

Очевидно, невозможно найти решение этой проблемы, аналитическими ухищрениями. Оно может быть достигнуто лишь благодаря новым свойствам технологической и экономической среды. Нужно определить особые процессы в экономике инноваций, создающие эти свойства. Их модели станут основополагающими для изучения инженерных знаний и организации учебных курсов.

Понятие инженерии мы связываем, прежде всего, с механизмами порождения знаний, но не с предметными свойствами.

### 1.2 Модель формирования инженерных знаний, поддерживающих инновационное развитие

Как отмечалось во введении, современная экономика основана на массовых технологиях, которые формируют свои технологические уклады. В технологических укладах естественным образом решается проблема интеграции и согласованности процессов развития.

Согласованные физические, экономические и др. знания возникают и совершенствуются в созидательных процессах технологических укладов. Поэтому для создания адекватных учебных курсов нужно разработать модели процессов совершенствования инженерных знаний в технологических укладах. Они определя-

ются особенностью механизмов развития современных массовых технологий и их укладов.

Она состоит в том, что сложную массовую технологию или инструмент трудно совершенствовать как целое, так как ее изменения обеспечиваются большим числом согласованных созидательных процессов самого разного свойства. Поэтому современная массовая технология (вместе со своим укладом), как правило, совершенствуется как совокупность вариантов (пример в табл. 1) своих производственных единиц [19, с. 49]. Значит нужно изучать одновременно и согласованно все варианты.

В каждом из вариантов (представленном производственной единицей) совершенствуется некоторый набор параметров (таблица). В частности, на одних заводах совершенствуются параметры нужные для повышения процента выхода годных. На других заводах с той же технологией совершенствуются параметры

радиационной стойкости. Естественно, эти заводы взаимосвязаны, так как они совершенствуют единую массовую технологию. Нужно обеспечить единство созидательных процессов изменения производственных единиц. Это достигается тем, что каждая из них «отвечает» за определенную фазу процесса совершенствования технологии [19, с. 50-59] (см. табл. 1). Например, технологическая единица А поддерживает созидательные процессы, связанные с прошлым состоянием экономической среды. Технологическая единица С поддерживает совершенствование нового поколения техники. Соответствующие заводы имеют разные критерии работы, разные свойства потребителей, разную организацию научных исследований и др. Для развития знаний преимущественно применяются разные подходы (табл. 1). Улучшение массовой технологии в целом создает возможность продолжения совместного совершенствования всех технологических еди-

Таблица 1. Пример элементарного кластера

	Сегмент А	Сегмент В	Сегмент С
Тип производства	Широкое массовое производство	Производство на основе устойчивых новых технологий	Иновационное производство
Тип потребителя	Традиционный	Устойчиво формирующийся	Новый
Доминирующие свойства	Высокая согласованность множества технологических процессов, требований к продуктам	Совершенствование наиболее популярных технологических опций и продуктов	Улучшенные свойства по отдельным новым направлениям
Роль в процессе развития уклада	Сохранение взаимосвязи с созидательными процессами «прошлой» фазы	Совершенствование в рамках устойчивых трендов	Решения для формирования будущего устройства
Преимущественные методы	Экспертные методы	Смешанные	Формально-логические

ниц (поддерживающих разные фазы рассмотренного процесса совершенствования технологии).

Это означает, что для обеспечения «резонанса» в изучении свойственных этим разным технологическим единицам знаний (физика, инженерия и др.) они должны изучаться совместно и согласованно (как целое). Это определит технологию изложения знаний в учебном курсе. Кроме того, нужно обеспечить согласованность развития знаний. Для этого свойства (параметры) технологических единиц должны быть сбалансированы и отвечать некоторым отношениям. Это определит: какие знания могут формировать учебный курс.

Для определения этих свойств и отношений нужно разработать обобщенную модель механизма инновационного развития, устанавливающегося в технологической среде благодаря действию возрастающего числа массовых технологий. Она должна определить условия решения задачи согласованности применения системного и формально-логического подходов в инженерии экономики инноваций.

Суть модели состоит в следующем. Для обеспечения быстрого развития на рынке присутствуют объекты, системные свойства которых в большей степени свя-

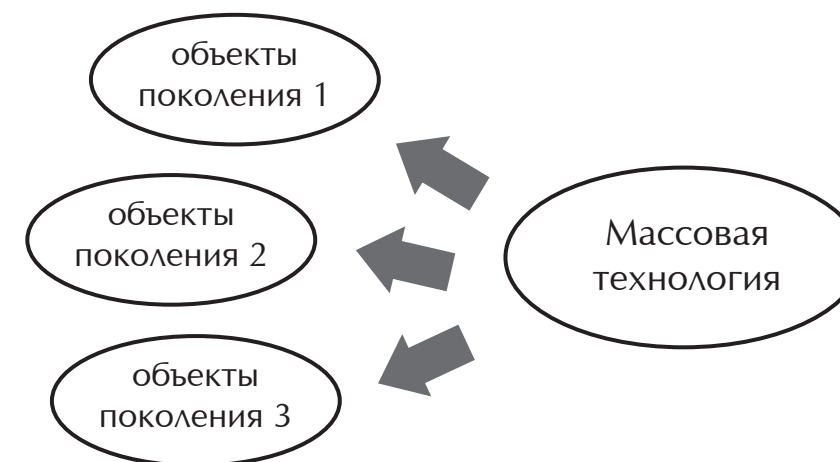
заны с созидательными процессами прошлого; присутствуют так же объекты, системные свойства которых в большей степени поддерживают созидательные процессы настоящего или будущего (рис. 1).

Для экономики инноваций важно, чтобы все созидательные процессы вместе представляли собой *единый созидательный процесс без рассогласований, сохраняли единство созидательных процессов прошлого, настоящего, будущего* [4, с. 73-75; 10, 11, с. 13-41].

Согласованность должна возникать благодаря появлению масштабной массовой технологии (рис.1). Действительно, масштабная массовая технология одновременно влияет на созидательные процессы, связанные со всеми объектами, и снимает барьеры в их совершенствовании. Возникают созидательные процессы, являющиеся *продолжением созидательных процессов* прошлого, настоящего и будущего (рис. 1). При этом они интегрированы действием массовой технологии и, значит, создают требуемый *единый созидательный процесс* всех поколений.

В таком случае, результаты применения формально-логического и системного подходов оказываются естественным образом согласованными. Действительно, созидательные процессы разных поколений связаны с преимущественным

Рис. 1. Модель возникновения инновационного развития



применением или формальных, или экспертных методов (это будет показано на примере в следующем разделе). Интегрирующее действие технологии поддерживает согласованность результатов их применения.

Поэтому представляет интерес исследование знаний (содержания учебного курса), возникших как результат развития систем, соответствующих модели на рис. 1. Нужно решить вопрос о том, как организовать рынок и систему инженерных решений, которые и следует изучать в учебном курсе. Для этого нужно определить критерий оптимальности действия механизма на рис. 1.

Подробное рассмотрение критерия не входит в задачу данной статьи. Упрощенно суть критерия состоит в следующем. Если слишком много новых решений, то накапливаются ошибки. Если слишком много старых - возникает ошибка стратегии развития. Значит, объемы средств разных поколений должны быть сбалансированы [19, с. 49; 21, с. 352]. Это создает сбалансированность созидательных процессов. Баланс определяется соотношением объемов средств разных поколений распределению Ципфа [13, 21, с. 352].

Из выше изложенного следует, что в учебных курсах нужно изучать инженерные знания, создаваемые в технико-экономических средах, соответствующих модели на рис. 1 и системному критерию.

## 2. Результаты

### Организация учебного курса инженерных знаний

Рассмотрим упрощенный пример построения учебного курса, в котором изучаются интегральные схемы процессоров обработки сигналов (интегрированные знания по физике, схемотехнике, архитектуре, организации производства, о практических применениях).

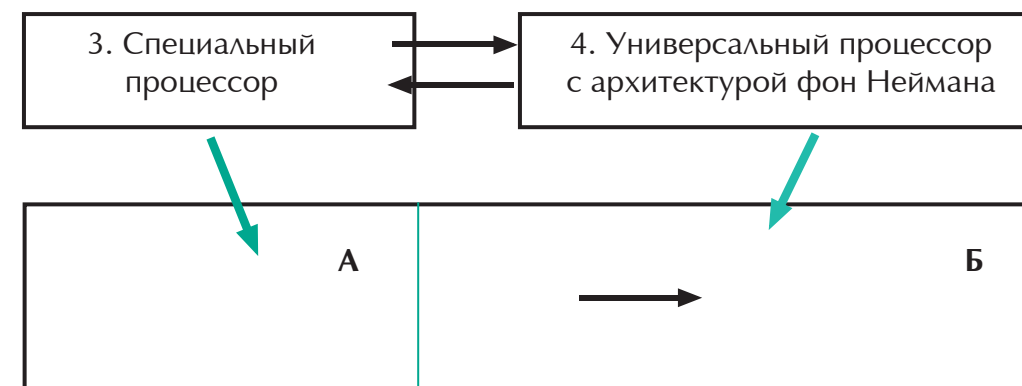
Рассматривается формирование технологической среды (рис. 2), происходящее следующим образом (согласно упрощенной модели на рис. 1). Для оптимального решения хорошо изучен-

ных потребительских задач на основе оптимизированных массовых технологий производства создаются интегральные схемы специализированных процессоров (сегмент А на рис. 2), которые в своей аппаратной (физической) организации совершенно адекватно отображают особенности алгоритмов обработки и возможностей применения опций массового производства (сегмент А на рис. 2 представляет «прошлое» поколение). Тут применяется множество *хорошо согласованных* между собой физических эффектов, инженерных решений, специальных алгоритмов и др., создающих «резонансы» в развитии знаний по физике, схемотехнике, знаний о применениях. Определяются согласованные стандарты принятия решений. *Эффективны системные подходы*. Это позволяет в процессе изложения учебного курса использовать экспертные мнения, что определяет особенность методов изложения знаний.

Однако, с ростом сложности сегмента А все в меньшей степени удается обобщить комплекс знаний как целое, осмысленное экспертами. Поэтому, в учебном курсе нужно показать механизм, который управляет их согласованным развитием. Нужно рассмотреть модель дальнейшего развития, которая состоит в следующем.

Класс задач расширяется (создается дополнительный сегмент В на рис. 2). При этом специализированная среда сегмента А, «ориентированная» на решение ранее изученных задач скорее всего не сможет решать новые задачи из сегмента В. Развитие системы может остановиться т.к. трудно создать интегральную схему дополнительного специального процессора без достаточного опыта решения задач В. По этой причине в систему следует ввести интегральную схему универсального процессора, который способен решать неизвестные задачи области В (пусть даже за очень большое время). В простейшем варианте это может быть универсальный процессор с неймановской архитектурой, последовательно выполняющий

Рис. 2. Модель согласованного расширения технологического уклада электроники средств обработки сигналов



однотипные мелкие операции, реализованный на простой физической структуре. Это позволяет для исследования новых задач создать алгоритмы, не требующие для своей реализации существенно новых схемотехнических и физико-технических решений. Это дает возможность экспериментировать с физикой и схемотехникой на хорошо изученных задачах, обеспечивая повышение качества систем. Таким образом, сегмент В представляет собой область исследования «будущего» в процессе развития технико-экономической среды.

Главная особенность этого сегмента состоит в том, что его средства формируется объединением однотипных аппаратных решений, однотипных операций, вполне однотипных алгоритмических блоков и т.д. Поэтому сегмент В является областью формально-логического моделирования. Это определяет особенность подходов в его изучении.

### 3. Обсуждение

Таким образом, в комплексе процессоров имеется сегмент В, который представляет собой инструмент исследования «будущего». Имеется сегмент А, который оформляет согласованные знания (вносит «прошлое» в процесс развития системы). Сегмент А является областью эффективности системных методов. Сегмент В является полем эффективного применения формально-логических методов.

Поэтому, учебный курс изучает физические, технические, математические знания в отношении двух отдельных, но взаимосвязанных, сегментов рынка интегральных схем. Изучаются два согласованных потока знаний, которые создают условия для развития друг друга. Это позволяет изучать разные сегменты разными методами, применять разные критерии согласованности выбора материала в учебном курсе. Например, для оценки качества формирования сегмента А можно применять экспертные оценки, для сегмента В нужно применять закон Мура [16, с. 384]. В результате упрощается проблема согласованное изучение знаний разных направлений.

При этом необходимо постоянно обеспечивать согласованность свойств изучаемых сегментов. Для решения задачи непрерывного сохранения интеграции основополагающую роль имеет применение системного анализа.

Тут следует отметить, что *главной задачей системного анализа является обеспечение согласованности множества решений* (созидательных процессов и объектов). В экономике инноваций эта задача решается естественным образом. Значит, инструментальная среда экономики инноваций становится основополагающим объектом исследования системного анализа.

Системный анализ является одновременно и естественно-научной и эконо-

мической дисциплиной, так как он рассматривает формирование физических свойств объекта в единстве с созидательными процессами (процессами познания). Это создавало трудности в его развитии. В экономике инноваций эти трудности снимаются. Системный анализ становится строгой дисциплиной так как решается (упрощается) проблема согласованности формально-логического и системного подходов. Это позволяет решать задачу оптимизации процесса формирования инструментальной среды и инженерных знаний. Потому в дополнение к курсу инженерии нужно ввести курс «Системный анализ в экономике инноваций». Кроме того, полезно ввести курс «Основы экономики инноваций» в котором рассматриваются конкретные примеры влияния новой инженерии на процессы перестройки экономических, социальных и др. отношений.

#### Заключение

Переход к новому мировому технологическому и хозяйственному укладу меняет модель процесса совершенствования экономики. Это является важнейшей инновацией и ключевым ресурсом. В результате возникает инженерное знание, изучающее системные (экономические) и технические свойства объекта в един-

стве (технико-экономическое знание). Его формирование происходит в технико-экономических структурах, организация которых соответствует особым моделям экономики инноваций.

Развитие экономики инноваций производит «революцию» системного анализа. В результате возникает основа аналитического аппарата управления развитием инженерных знаний. Это должно найти отображение в содержании образования.

Образовательные курсы магистратуры университетов должны представлять знания, увязанные моделями инновационного совершенствования технологических укладов отраслей, в изучении которых специализируются магистры. Благодаря этому упрощается процесс изложения знаний и их понимания. Повышается возможность быстрого и согласованного совершенствования содержания элементов учебного курса. Это позволит установить взаимосвязь изучаемых инженерных знаний и потока прикладных задач, формируемого развитием рынка новой экономики.

Полученные результаты показывают особенности образовательного процесса подготовки инженеров для высокотехнологичного бизнеса экономики инноваций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бобыкина, А.И. Инновационная стратегия развития современного высшего образования // Современная высшая школа: инновационный аспект. – 2016. – Т. 8, № 1. – С. 57–67.
2. CDIO Standards 2.0 [Electronic resource] // CDIO: website. – Gothenburg, 2001–2017. – URL: <http://www.cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards>, free. – Tit. screen (accessed: 24.11.2017).
3. Бассей, М. Концептуальные основы форсайт-исследований и их эффекты: классификация и практическое применение // Форсайт. – 2013. – Т. 7, № 3. – С. 64–73.
4. Бассей, М. Многослойный причинный анализ: на пути к теории «множественного» // Там же. – 2014. – Т. 8, № 1. – С. 66–75.
5. Волков, А. Ставка на новое содержание [Электронный ресурс] / А. Волков, Д. Ливанов // Ведомости. – 2012. – 3 сент. – URL: [https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2012/09/03/stavka\\_na\\_novoe\\_soderzhanie#/cut](https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2012/09/03/stavka_na_novoe_soderzhanie#/cut), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 24.11.2017).
6. Глазьев, С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С.Ю. Глазьев. – М.: ВладДар, 1993. – 391 с.
7. Глазьев С.Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса [Электронный ресурс]: моногр. / С.Ю. Глазьев. – [Б. м., б. г.]. – 287 с. – URL: <https://glazev.ru/images/books/Стратегия%20опережающего%20развития%20России%20в%20условиях%20глобального%20кризиса.pdf>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 24.11.2017).
8. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике / под ред. С.Ю. Глазьева, В.В. Харитоновна. – М.: Тривант, 2009. – 256 с.
9. Dobryakova, M. Social embeddedness of technology: prospective research areas [Electronic resource] / M. Dobryakova, Z. Kotelnikova // Foresight – Russia. – 2015. – Vol. 9, № 1. – P. 6–19. – DOI: 10.17323/1995-459X.2015.1.6.19
10. The causal layered analysis (CLA) reader: Theory and case studies of an integrative and transformative methodology / Ed. S. Inayatullah. – Tapei: Tamkang Univ. Press, 2004. – 576 pp.
11. Inayatullah, S. Mapping educational futures: Six foundational concepts and the six pillars approach // Alternative educational futures: Pedagogies for emerging worlds / Eds. M. Bussey, S. Inayatullah, I. Milojevic. Rotterdam: Sense Publishers, 2008. – P. 13–41.
12. Ласло, Э. Макросдвиг (К устойчивости мира путем перемен) / Эрвин Ласло. – М.: Тайдекс Ко, 2004. – 208 с.
13. Christian, D. Maps of time: An introduction to Big History / D. Christian. – Berkeley: UC Press, 2004. – 664 pp.
14. Malevergne, Y. Zipf's law and maximum sustainable growth [Electronic resource] / Y. Malevergne, A. Saichev & D. Sornette // J. Econ. Dyn. Control. – 2013. – Vol. 37, Iss. 6. – P. 1195–1212. DOI: 10.1016/j.jedc.2013.02.004
15. Маринко, Г.И. Современные модели и школы в управлении знаниями // Вестник Московского университета. Сер. 21, Управление (гос-во и о-во). – 2004. – № 2. – С. 45–65.
16. Нонака, И. Компания – создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах / И. Нонака, Х. Такеучи. – М.: Олимп-Бизнес, 2003. – 384 с.
17. Теория и практика экономики и социологии знания / Науч. совет по Прогр. фонд. исслед. Президиума Рос. Акад. наук «Экономика и социология знания»; общ. ред. акад. Г.В. Осипова – М.: Наука, 2007. – 301 с.
18. Thagard, P. Coherence, truth, and the development of scientific knowledge [Electronic resource] // Philos. Sci. – 2007. – Vol. 74, № 1. – P. 28–47. DOI: <https://doi.org/10.1086/520941>
19. Фирстов, Ю.П. Особенности системного анализа в экономике инноваций / Ю.П. Фирстов, П.А. Фёдоров, М.Р. Хуснияров // Экономический анализ: теория и практика. – 2014. – Т. 13, вып. 3. – С. 49–60.
20. Фирстов, Ю.П. Особенность прогнозирования научно-технологического развития в экономике инноваций [Электронный ресурс] / Ю.П. Фирстов, М.Р. Хуснияров // Современные проблемы науки и образования – 2013. – № 4. – URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9498>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 24.11.2017).
21. Рамперсад, Х. Универсальная система показателей. Как достичь результата, сохраняя целостность / Хьюбер Рамперсад. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 352 с.
22. Чубайс, А.Б. Технологическое предпринимательство и глобальные технологические тренды [Электронный ресурс]. Открытый лекторий eNANO. [http://edunano.ru/view\\_doc.html?mode=doc&doc\\_id=627637807962792151](http://edunano.ru/view_doc.html?mode=doc&doc_id=627637807962792151)
23. Шаров, А. А. Системы и модели / А.А. Шаров, Ю.А. Шрейдер. – М.: Радио и связь, 1982. – 152 с.