



УДК 378.147:62

Обоснование дифференциации структуры содержания технических дисциплин для объектов системы непрерывного инженерного образования

Николай Тернюк,

доктор технических наук, профессор,
Международная академия наук и инновационных технологий, Киев,

Елена Шандыба,

кандидат педагогических наук,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Потребности дальнейшего развития общества требуют ускорения научно-технического прогресса, что связано с освоением всеми слоями населения соответствующих знаний о техносфере и ее составляющих. Важная роль в этом принадлежит объектам системы непрерывного инженерного образования. Задачи, стоящие перед различными объектами системы непрерывного инженерного образования, обуславливают необходимость дифференциации структуры содержания технических дисциплин и ее оптимизации.

Вопросы, относящиеся к сущности содержания различных технических дисциплин, освещены в многочисленных общих и отраслевых публикациях [1–3]. Имеются работы, в которых выполнен сравнительный анализ существующих систем инженерного образования в Украине и за рубежом [4, 5]. Выявлено состояние разработки общей и конкретизированной теории техносферы [6]. Разработаны методические рекомендации по преподаванию технических дисциплин для различных уровней образовательных учреждений [7–9] и созданы эффективные педагогические технологии [10].

Вместе с тем, до настоящего времени не обоснованы вопросы полноты содержания иерархической теории техносферы как интегральной науки о технологии и технике и вопросы дифференциации структуры содержания технических дисциплин для различных объектов системы непрерывного инженерного образования.

Цель статьи — обоснование дифференциации структуры содержания технических дисциплин для объектов системы непрерывного инженерного образования на основе определения нового содержания иерархической теории техносферы.

Для решения задачи нужно выделить основные составляющие технических наук в рамках общей теории техносферы, которые образуют содержание соответствующих учебных технических дисциплин.

Вся теория и описание практики, относящиеся к составляющим техносферы, образуют комплекс наук, известный как «техноведение» [6]. Этому комплексу соответствует комплекс учебных дисциплин с таким же названием. Поскольку теория и описание практики имеют функциональное назначение, их структурирова-

ние целесообразно провести, определяя функции отдельных частей.

Основываясь на этом, можно установить следующее: теория имеет функции предоставления методов решения задач анализа, синтеза и систематизации технических (технологических) объектов. Поэтому ее главными (целевыми) структурными составляющими являются разделы с описанием этих методов. Другие разделы и их связи можно определить, используя общий подход к синтезу структур сложных систем [11], и применяя общую схему познания [12] к ее субъектам и объектам с учетом присущих им атрибутов.

В границах подхода [11], который предусматривает направленный синтез структур, нужно определить пространства и функции объектов системы знаний.

Согласно общей схеме познания [12], структура взаимодействующих объектов техносферы в умственном, семиотическом и реальном пространствах может быть подана так, как показано на рис. 1.

На рис.1 изображены три пространства: мыслительное, семиотическое и

реальное. В мыслительном пространстве расположены модели потребностей ($M_i П_j$, $i \{1,2\}, j \{1,2\}$), объектов природы ($M_i ОП_j$, $i \{1,2\}, j \{1,2\}$) и выходных технических средств ($M_i ИТС_j$, $i \{1,2\}, j \{1,2\}$) как отражение фрагментов объективного мира, а также выходная теория ($M_i ИТ$, $i \{1,2\}$) и новая теория ($M_i НТ$, $i \{1,2\}$) на двух последовательных этапах. Индекс «i» указывает на отношение объекта к этапу, а «j» — на его состояние.

Первый этап — это этап формирования новой теории, а второй — этап ее изучения и применения. В семиотическом пространстве располагаются знаковые модели тех же объектов: исходная ($C_i ИТ$, $i \{1,2\}$) и новая ($C_i НТ$, $i \{1,2\}$) теории, а также модели потребностей ($C_i П_j$, $i \{1,2\}, j \{1,2\}$), объектов природы ($C_i ОП_j$, $i \{1,2\}, j \{1,2\}$) и выходных технических средств ($C_i ИТС_j$, $i \{1,2\}, j \{1,2\}$).

В реальном пространстве размещены потребности ($П_j$, $j \{1,2\}$), объекты природы ($ОП_j$, $j \{1,2\}$), а также выходные ($ИТС_j$, $j \{1,2\}$) на момент создания теории и новые технические средства ($НТС$).

Постановка в соответствии указанным на рис.1 объектам и их связям (вза-

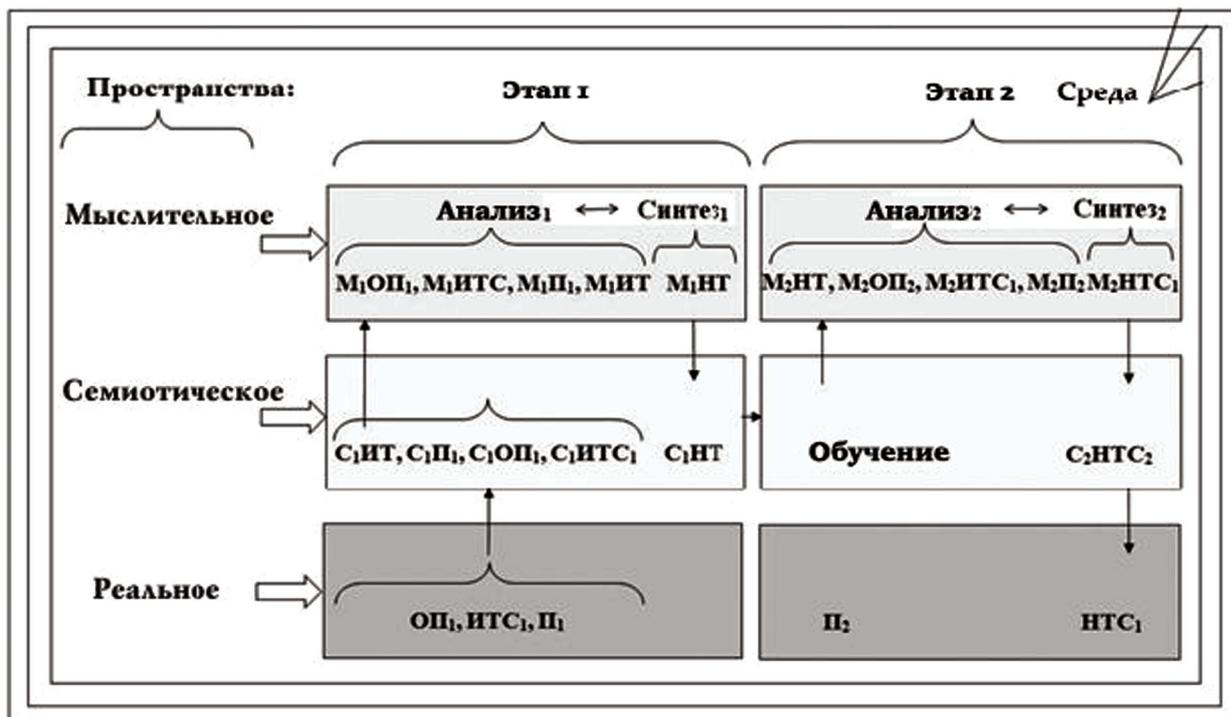


Рис. 1. Структура взаимодействующих объектов техносферы в мыслительном, семиотическом и реальном пространствах

имодействиям) разделов общей теории позволяет сформировать структуру теоретической части комплекса наук «техноведение». При этом учитывается, что объекты теории (элементы техносферы и техносфера в целом) как всякие другие искусственные образования, проходят три стадии: подготовительную (проектирование, изготовление, строительство и т.д.), основную (функционирование) и заключительную (трансформация, ликвидация). Таким образом, теория должна включать описание методов (законов) подготовки, функционирования и преобразования своих объектов, то есть иметь онтологическую направленность.

Находясь во множестве сред, объекты техники общаются с объектами природы и другими объектами техники. Поэтому теория должна иметь и филогенетическую направленность.

Как и другие, объекты техносферы управляются. Это обуславливает наличие в теории техносферы раздела по управлению.

Рис. 1 отражает тот факт, что создание и применение теории осуществляются по стадиям, с охватом, как правило, семиотического пространства на этапах научных исследований, обучения и производства.

На первом этапе — этапе создания (научных исследований) — на основе данных о потребностях, полученных от маркетинговых исследований, определяются ОУ1, ИТС1 и П1. Далее, вместе с исходной теорией С1ИТ из семиотического пространства в мыслительном пространстве осуществляется научная работа типа «анализ — синтез», результатом которой является новая теория (М1НТ), передаваемая в семиотическое пространство и которая становится доступной для изучения объектом (С2НТ).

На втором этапе организуется процесс обучения, который позволяет получить М2НТ, М2П1, М2ОП1, М2ИТС1. После этого осуществляется синтез: разрабатывается проект новых технических средств или технологий — объектов техносферы (М2НТС), передаваемых в семиотическое

пространство, становясь С2НТС. Далее идет производство. Проект С2НТС реализуется в физическом пространстве, становясь НТС.

Указанные переходы осуществляются, в свою очередь, по стадиям, с использованием соответствующих технологий на каждой из них. Например, переход из мыслительного в семиотическое пространство осуществляется с помощью последовательной разработки общей модели и конкретизированных моделей. Поэтому теория техносферы должна содержать, кроме методов структурного и параметрического синтеза, методы конкретизации структур и параметров, что обеспечивается путем моделирования и применения иерархий классификаций [9].

Развертывание информации об объектах происходит в соответствии с законами мышления, преобразования информации одного вида в информацию другого вида и преобразования информации в вещественно-энерго-информационные объекты соответственно. Эти законы отличаются между собой, и они также должны быть представлены в составе теории.

Как известно [12], схема познания природы включает в себя не только функции анализа и синтеза, но также функции обобщения и абстрагирования. Отсюда следует необходимость введения в теорию разделов по моделированию и обобщению (свертыванию информации), систематике, классификации, кодированию. Информация об этом также является составной частью теории.

Субъектом теории является человек или человек с преобразователями. Человек вместе с техникой находится в целом ряде сфер (биосфере, литосфере, атмосфере, гидросфере и других) или взаимодействует с ними. Поэтому теория должна содержать описание методов коммуникации техники и человека с этими сферами и методов гармонизации их отношений.

Исходя из этого, структурная схема теории техносферы может иметь вид, показанный на рис. 2.

Схема отражает наличие методов и законов категорий всеобщего (в), общего (о), особенного (с) и единичного (е).

На рис.2 по вертикали отмечены иерархические уровни техносферы. Они выделены на основе принципа последовательного усложнения объектов. По одной из горизонталей представлены составляющие теории, а по второй выделены отрасли.

Важным требованием к теории техносферы является то, что она должна содержать компоненты, которые отражают не только основные действия объектов, но и действия по управлению и обеспечению основных действий. На рис. 2 эти составляющие обозначены индексами «О», «В» и «У» соответственно.

Уровень заштрихованности областей на рис. 2 соответствует усредненному уровню степени разработки теории, определенной методом экспертной оценки. Уровень снижается в направлении от низших уровней объектов техносферы к высшим уровням.

На уровне категорий единичного и особенного, практически для всех иерархий объектов, теория разработана достаточно полно. На уровне категорий всеобщего и общего она разработана недостаточно — не имеет выявленных законов и закономерностей, а также методов синтеза (в частности, структурного) объектов, в том числе — самых простых (деталей машин и их элементов). Поэтому требуется создание достаточно полного свода законов техносферы и разработка общих методов решения задач синтеза ее объектов.

Также недостаточно разработаны разделы, относящиеся к коммуникации объектов во всех трех пространствах, что затрудняет решение задач гармонизации отношений человека, природы и техники.

Необходим новый универсальный язык, способный оперативно объединять технику с другими объектами, а также теорию техносферы в целом со смежными дисциплинами. Язык и методы доказательства истинности утверждений в

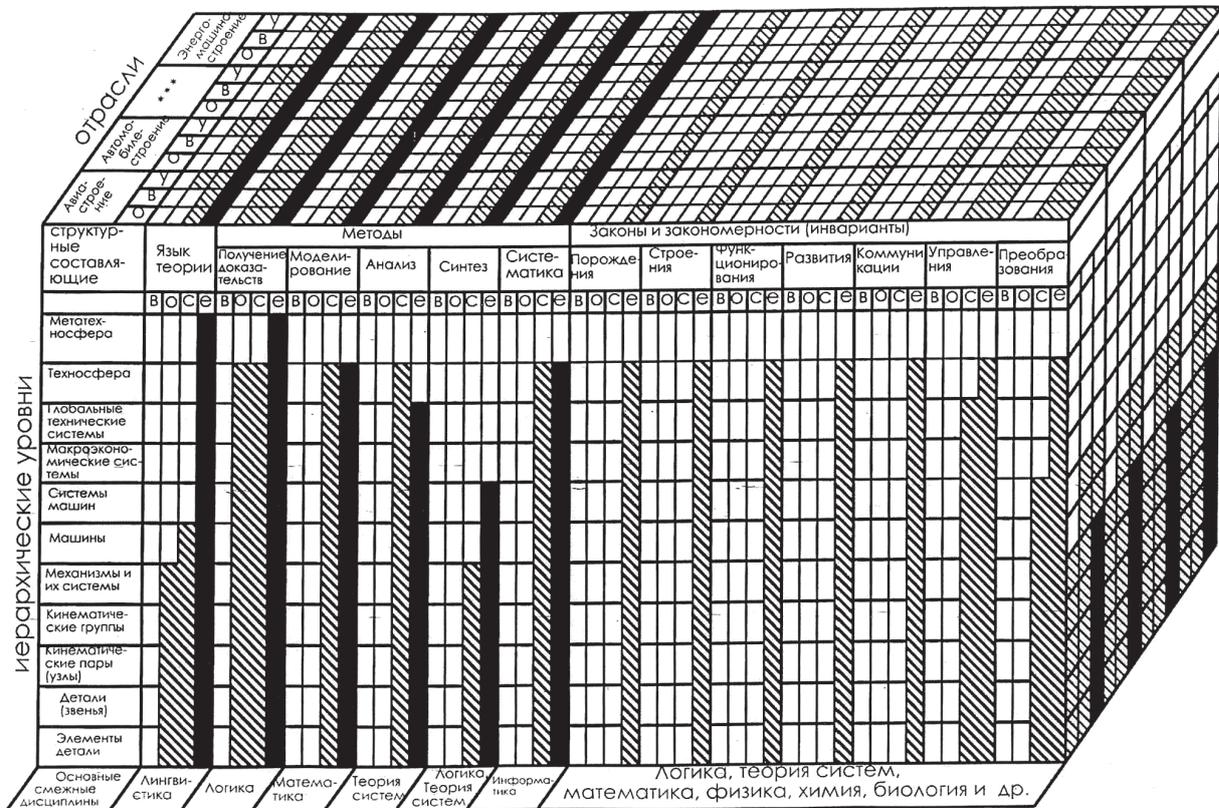


Рис. 2. Структурная схема теории техносферы

теории техносферы должны совпадать с аналогичными объектами общенаучных дисциплин. Смежными относительно этих составляющих теории техносферы являются общенаучные дисциплины — лингвистика и логика.

Естественные научные дисциплины определяют возможные физические, химические, биологические и другие эффекты, используемые в виде принципов действия техники (технологий). Они применяются на этапах анализа и синтеза. Поэтому результаты теоретических разработок естественных научных дисциплин информационно, в семиотическом пространстве должны предшествовать этапу применения методов синтеза объектов техносферы, а также быть источниками порождения

новых видов технологий и техники. При этом сами методы синтеза могут быть инвариантными.

Математика и комбинаторика являются смежными дисциплинами для большинства составляющих теорий техносферы. Общая связь и диалектическое единство общенаучных, социально-гуманитарных, естественных и технических дисциплин определяется процедурой синтеза инноваций.

Разработанная структуризация теории техносферы и указанные оценки уровня их изученности могут использоваться при решении различных задач, среди которых: систематизация научно-технических теорий; определение степени новизны исследований; оценка уровня диссертаций по техническим дисциплинам.

Таблица 1

Иерархические уровни	Объекты техносферы — технические объекты, проявляющиеся в реальном пространстве	Учебные дисциплины
1	Метатехносфера	Общая теория техносферы
2	Техносфера Земли	
3	Глобальные технические системы	Теория глобальных технических систем
4	Межконтинентальные технические системы	
5	Континентальные технические системы	
6	Межрегионально-континентальные технические системы	
7	Международные (межгосударственные) технические системы	
8	Технические системы отдельных государств	Теория макротехнологических и отраслеобразующих систем
9	Внутренние межрегиональные технические системы	
10	Отраслевые технические системы	
11	Интегральные технические системы объединений и предприятий	Теория интегральных технических систем
12	Интегральные многомерные системы машин	
13	Интегральные одномерные системы машин	
14	Системы машин	Теория машин и их систем
15	Машины, аппараты	
16	Системы механизмов, агрегатов	Теория механизмов и их систем
17	Механизмы, устройства	
18	Кинематические группы, блоки	
19	Кинематические пары, узлы	Теория кинематических пар и узлов
20	Детали (звенья) механизмов и машин	Теория деталей машин
21	Элементы деталей (звеньев) механизмов и машин	

линам; планирования научно-исследовательских работ. Она является базой для организации учебных процессов соответствующего профиля. Предметами изучения в комплексе учебных дисциплин «техноведение» должны быть теоретические и практические знания о технологиях, технике и их моделях, которые проявляются в умственном, семиотическом и

реальном пространствах на всех иерархических уровнях.

Совокупность объектов техносферы по иерархическим уровням и их связь с соответствующими учебными дисциплинами можно представить так, как показано в табл. 1.

Введенные градации по степени общности знаний о техносфере (всеобщие,

Таблица 2

Уровни образования	Виды (специализация) объектов системы непрерывного инженерного образования			
	Гуманитарные	Экономические	Технические	Общеобразовательные
Академия генеральных конструкторов	-	-	Общая теория техносферы и теории интегральных, отраслеобразующих, макротехнологичных и глобальных технических систем.	-
Аспирантура и докторантура	Общая теория техносферы.	Общая теория техносферы. Теории интегральных, отраслеобразующих, макротехнологичных и глобальных технических систем.	Общая теория техносферы и конкретизированная теория техносферы (теории ее составляющих по иерархическим уровням, отвечающие тематике исследований).	-
Магистратура	Общая теория техносферы.	Общая теория техносферы. Теории интегральных, отраслеобразующих и макротехнологичных технических систем.	Общая теория техносферы и конкретизированная теория техносферы (теории ее составляющих по иерархическим уровням, отвечающие тематике исследований).	-
Высшие учебные заведения	Общая теория техносферы.	Общая теория техносферы. Теории интегральных и отраслеобразующих технических систем.	Общая теория техносферы и конкретизированная теория техносферы (теории ее составляющих по иерархическим уровням, отвечающие тематике исследований профиля ВУЗА).	-
Средние специальные учебные заведения	Обобщенный курс учебной дисциплины «техноведение».	Обобщенный курс учебной дисциплины «техноведение».	Теория машин и их систем (по видам, в зависимости от специализации учебного заведения).	-
Общеобразовательные учебные заведения	-	-	-	Обобщенный курс учебной дисциплины «техноведение».

общие, особенные и единичные) относятся ко всем иерархическим уровням объектов техносферы, приведенных в табл. 1, и элементов теории о них. Например, существуют понятия о всеобщей, общей, особенной и единичной теории машин. Среди законов о техносфере выделяют законы всеобщие, общие, особенные и единичные. Эти законы в профильных вузах до сих пор не преподаются.

В соответствии с понятием системы, дифференциация и конкретизация указанных выше составляющих теории техносферы может проводиться на основе различий в структуре, аспектах и фазах проявления явлений в выделенных пространствах. Это указывает на значительную многомерность, сложность и многогранность знаний о техносфере.

Важно то, что не все части теории техносферы инвариантны во времени. Одна часть знаний остается относительно постоянной, и этим комплекс учебных дисциплин «техноведение» подобен комплексу естественных научных дисциплин. Наличие относительно постоянной части знаний позволяет фундаментализировать теорию техносферы по всем ее иерархическим уровням, построить ее унифицированную структуру [6] и, тем самым, значительно уменьшить количество необходимой для запоминания информации.

Вторая часть, относящаяся к вариантам конкретизации структур и параметров, а также к функциональной структуре объектов техносферы, является переменной во времени и пространстве. Она необходима для отображения конкретизированных знаний различных назначений и уровней новизны, необходимых специалистам для теоретической и практической деятельности.

Исходя из потребностей в знаниях, можно выделить базовую структуру объектов комплекса учебных дисциплин «техноведение», которая необходима для всех уровней непрерывного инженерного образования (табл. 2).

Предложенная базовая структура объектов комплекса учебных дисциплин «техноведение» построена по принципу информационной подчиненности курсов, согласно которому знания последовательно подготавливаются на низших уровнях для понимания высших для всех уровней непрерывного инженерного образования (табл. 2).



Очевидно, что знания о постоянной составляющей структуры комплекса технических дисциплин «техноведение» (о законах и закономерностях создания, строения, функционирования, развития, коммуникации, управления и преобразования), методы применения этих знаний для решения основных задач анализа, синтеза и систематики технологий и техники являются основой, которая нужна всем субъектам обучения для общего и специального образования. Знание о сменных частях теории техносферы дифференцируются и конкретизируются в соответствии с уровнем и профилем учебного заведения.

Система непрерывного инженерного образования, объединяющая учебные заведения разного уровня и различного назначения (профиля), должна иметь соответствующую ей систему структурированного содержания технических дисциплин, вытекающую из общей и конкретизированной теории техносферы.

Теория техносферы, имея инвариантную (постоянную) и переменную части может быть структурирована по принципу включения на двадцать первый иерархический уровень и иметь в своем составе восемь конкретизированных теорий, начиная от теории деталей машин и заканчивая теорией техносферы Земли и метатехносферы.

Для уменьшения потока конкретизированных вариантов информации о технологиях и технике целесообразно преподавать технические дисциплины различных иерархических уровней в фундаментализованном виде, который имеет унифицированную структуру.

На сегодня наиболее неподготовленными частями теории технических наук являются те, которые необходимо преподавать в средних общеобразовательных школах и в академии генеральных конструкторов.

Для обеспечения должного теоретического фундамента непрерывного инженерного образования необходимо ввести в средней общеобразовательной школе обобщенный курс учебной дисциплины «техноведение», содержание которой должно быть оптимизировано, а в академии генеральных конструкторов — учебном заведении нового типа — курсы по теории интегральных, отраслеобразующих, макротехнологических и глобальных технических систем и по общей теории техносферы.

В дальнейшем целесообразно по каждому иерархическому уровню элементов теории техносферы в пределах определенной структуры исследовать оптимальные объемы их содержания.

Литература

1. *Артоболевский, И.И.* Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский. — М. : Наука, 1975. — 638 с.
2. *Шинкаренко, В.Ф.* Основы теории эволюции электромеханических систем / В.Ф. Шинкаренко. — К. : Наук. думка, 2002. — 285 с.
3. *Иванов, М.Т.* Теоретические основы радиотехники / М.Т. Иванов, А.Б. Сергиенко, В.Н. Ушаков. — М. : Высш. шк., 2002. — 306 с.
4. *Скирда, А.Є* Аналіз системи підготовки інженерів в Україні: цілі та задачі / А.Є. Скирда, В.В. Романько // Наук. праці ДонНТУ. Сер.: «Педагогіка, психологія і соціологія». — 2013. — № 1 (13). — С. 1–5.
5. *Модернизация структуры и содержания инженерного образования* / Л. Гребнев, В. Кружалин, Е. Попова // Высшее образование в России. — 2003. — № 4. — С. 46–56.
6. *Авдеенко, Е.В.* Особенности современного состояния комплексов научных и учебных дисциплин «Техноведение» / Е.В. Авдеенко, Н.Э. Тернюк // Новый коллегіум. — 2006. — № 2. — С. 18–23.
7. *Коваленко, Е.Э.* Методика профессионального обучения : [учебник] / Е.Э. Коваленко. — Харьков : ЧП «Штрих», 2003. — 480 с.
8. *Педагогические аспекты преподавания инженерных дисциплин : пособие для преподавателей* / С. Ф. Артюх, Е. Э. Коваленко, Е. К. Белова [и др.]; ред. С. Ф. Артюх ; Укр. инж.-пед. акад. — Х., 2001. — 210 с.
9. *Шандиба, О.В.* Методична система навчання технічних дисциплін генеральних конструкторів у післядипломній підготовці : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / О.В. Шандиба. — Харків, 2010. — 217 с.
10. *Прокопенко, І.Ф.* Педагогічні технології : навч. посібник / І.Ф. Прокопенко, В.І. Євдокимов. — Х. : Колегіум, 2006. — 222 с.
11. *Новый подход к созданию и оптимизации сложных иерархических систем* / Н.Э. Тернюк, А.Ю. Заремба, Е.В. Шандыба // Proceedings XVIII International Conference «New Leading Technologies in Machine Bulding». Rubache. September 3 — 8, 2008. Collection of the scientific papers. Kharkov. — RUBASHE, 2008. — с. 44.
12. *Кедров, Б.М.* Диалектический путь теоретического синтеза современного научного знания: Синтез современного научного знания / Б.М. Кедров. — М., 1973. — С. 15–26.

05.08.2015