

утверждать, что информационная деятельность обеспечивает создание, освоение, распространение информации, использование информационных ресурсов для разработки информационных технологий. Важнейшими условиями успешной реализации информационной деятельно-

сти для вуза является создание информационно-образовательной среды и формирование информационного потенциала преподавателей и педагогических коллективов, которые рассматриваются как факторы вовлечения в информационную деятельность преподавателей вуза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугакова, Н.Ю. Создание современной научно-образовательной среды в отраслевом техническом вузе // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота. – 2015. – № 2 (32). – С. 23-29.
2. Профессиональный стандарт. Педагогический и научно-педагогический работник (педагогическая и научно-педагогическая деятельность в образовательной организации высшего образования) [Электронный ресурс]: Проект от 19.01.2015. – URL: <http://www.fgosvo.ru/uploadfiles/proekt%20doc/PSPed.pdf>
3. О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы [Электронный ресурс]: Указ Президента РФ от 09.05.2007 № 203. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>
4. Ширшов, Е.В. Информационно-педагогические технологии: ключевые понятия: словарь / Е.В. Ширшов. – Ростов-н/Д: Феникс, 2006. – 258 с.
5. Шмелева, Е.А. Развитие инновационного потенциала личности в научно-образовательной среде педагогического вуза: дис. ... д-ра псих. наук / Шмелева Елена Александровна. – Н. Новгород, 2013. – 485 с.
6. Торкунова, Ю.В. Педагогическая система качественного информационно-аналитического сопровождения инновационно-образовательной деятельности в вузе: автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Юлия Владимировна Торкунова. – Йошкар-Ола, 2014. – 40 с.
7. Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ. – Доступ из информ.-справоч. системы «Кодекс».
8. Фильченкова, И.Ф. Барьеры и сопротивления инновациям преподавателей вузов / И.Ф. Фильченкова, Н.В. Самсонова // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. – 2015. – № 1 (31). – С. 28-34.

УДК 378+37.03

Концептуальная модель формирования системной инженерной компетентности: сущность и дидактический инструментарий

Е.В. Годлевская¹, В.В. Лихолетов²¹Челябинский институт развития профессионального образования, Челябинск, Россия²Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск, Россия

Поступила в редакцию 29.08.2018

Аннотация

Анализируются требования нового технологического уклада к инженерной деятельности и инженерной подготовке. Предлагается концептуальная модель формирования системной инженерной компетентности обучающихся, в рамках которой определены педагогические задачи каждого этапа и функции дидактического инструментария.

Ключевые слова: инженерное мышление, системная инженерная компетентность, концептуальная модель, уровни инженерного образования, система графических форм представления информации, стили обучения, типы задач, «обращение задач», «диверсионный анализ», хронотоп.

Key words: engineering thinking, system engineering competence, conceptual model, levels of engineering education, system of graphical forms of information presentation, learning styles, types of tasks, «task handling», «diversionary analysis», chronotope.

Введение. Современная экономика характеризуется коренными структурными изменениями. Привычные признаки нового технологического уклада – промышленная робототехника и умное производство, большие данные (Big Data), машинное обучение и технологии искусственного интеллекта. Усложнение технологий и инструментов человеческой деятельности, нарастающее энтропийное сопротивление внедрению любых инноваций, требуют для их преодоления и овладения орудиями достижения успеха профессионалов самого высокого класса – креаторов (Homo creans). Однако мировой рынок труда полон выпускниками втузов, которых производственники называют «эмбрионами» инженера из-за вопиющей некомпетентности, граничащей с невежеством, которую выпускники несут

в своем ментальном багаже. Например, известно, что почти 30% выпускников факультетов инженерного образования университетов и инженерных колледжей Израиля не находят в стране работы по специальности [1].

В современной России реальный уровень развития компетенций по ряду позиций у выпускника с дипломом инженера, по оценкам практиков, также значительно ниже ожидаемого. В первую очередь речь идет о такой компетенции как «способность к самостоятельной работе». Здесь имеется разрыв между желаемым и наличным уровнем развития данной компетенции в 1,5 раза. Второе место по значимости для работодателей разделяют две компетенции – «опыт взаимодействия с реальным сектором» (разрыв 1,5 раза) и «комму-



Е.В. Годлевская



В.В. Лихолетов

никативные навыки» (разрыв 1,4 раза). Третью ранговую позицию среди «soft skills» по оценкам важности для работодателей занимает широкое контекстное мышление (наличие комплексного представления об отрасли, понимание экономических контекстов ее функционирования). На сегодня уровень развития этой компетенции отстает от ожидаемого рынком в 1,4 раза [2]. Именно поэтому очередная промышленная революция задает новые особые требования к человеческому капиталу и системе подготовки кадров.

В соответствии с предшествующим технологическим укладом система образования вела подготовку инженерных кадров для машиностроения, тяжелой промышленности, энергетики (в том числе и атомной). Картина мира инженера строилась на основе инженерно-конструкторской деятельности, опираясь на процессы проектирования и исследования. Новый технологический уклад предъявляет к носителям инженерного знания требования широкой гуманитаризации (включающие знания устройства общества и экономики), владения общей логикой описания сложных систем (системного подхода) [3].

В наступившем веке происходит смена парадигмы массового производства изделий и услуг на парадигму штучного, индивидуального производства. Даже среда Интернет уже стала базой для кардинальной смены концепции маркетинга и рекламы. От безадресных рекламы и маркетинга с низким КПД идет переход к концепции интегрированных коммуникаций, в основе которой лежит принцип «Знать каждого конкретного потребителя». Эта тенденция (ученые называют ее переходом от «конфекции» к «бутику» [1]) есть яркое проявление общего закона перехода любых систем в своем эволюционном развитии на микроуровень [4].

Однако общей в инженерной деятельности всех технологических укладов была и остается творческая деятельность, ведь «инженер принужден к творчеству, как одной из высших форм мышления, при-

чем, это творчество неразрывно связано с практикой, оно не замкнуто на себя» [5]. Данное «принуждение» основывается на неверии в «научно-доказанную невозможность» решения инженерной задачи (сформулированной по желанию «Заказчика»). В настоящее время на многих предприятиях (особенно малых) в деятельности инженерных работников уже давно случился синтез элементов физического и умственного труда. Ученые отмечают, что удельный вес умственного и даже творческого труда в любой работе сегодня постоянно возрастает [1]. Инженерное творчество направлено на обнаружение путей решения конкретных задач, что зачастую является весьма сложной прогностической проблемой. С учетом перечисленных требований системная инженерная компетенция складывается из: умения описывать взаимодействие инженерной системы и всех сред, в которые она погружена (включая, архитектурную, правовую и культурную); работы с полным жизненным циклом инженерной системы (от проектирования до утилизации); умения учитывать экономичность ресурсов (времени, денег, внимания руководства); умения обладать коммуникативной грамотностью [5].

Постановка задачи исследования.

Формирование и развитие обозначенной инженерной компетенции требует серьезных изменений не только содержания, но и системы методов, средств и форм инженерного образования. Рассматривая инженерную практику, необходимо отметить, что инженер исторически «думает» руками, имея дело со зримым результатом своего труда. Однако новая промышленная революция порождает новые практики, связанные с объектами, неведомыми ранее инженерам: био- и наноструктурами, геномами, семантическими конструктами, социальными процессами и структурами. Возможность решения ряда этих проблем на начальном этапе цифровой индустрии нам представляется за счет осмысления и развития в сфере профессионального образования разви-

той дидактической системы графических форм представления информации, позволяющей использовать огромное многообразие семантико-семиотических форм, накопленных человечеством как для визуализации сложных процессов в ходе обучения, так и для структурирования инженерного (творческого) мышления и его связи с деятельностью.

Для достижения этих целей предлагается использовать специально организованную систему графических форм представления информации как базового дидактического инструментария, которая позволит реализовать обоснованную нами ранее концептуальную модель формирования системной инженерной компетенции [6].

Концептуальные модели, как известно, описывают в общем виде преобразование информации в системе и процесс ее циркуляции по каналам связи. Такие модели представляют собой первый шаг в деле количественного познания систем как множеств с заданными на них отношениями. В свое время А. Эйнштейн отмечал, что для изучения явлений наиболее продуктивным ему представляется геометрический подход, то есть возможность графически отобразить смысл исследуемого [7, с. 57–58].

Вполне естественно, что в условиях перехода к дифференциации и индивидуализации обучения предлагаемый дидактический инструментарий должен быть пригоден к адаптации под разные стиливые особенности обучающихся [8, 9], а также к учету их витагенного опыта [10]. Ведь накопленный международной педагогической практикой опыт убедительно показывает, что обучающиеся с разными учебными стилями отличаются характером восприятия учебной информации, типом взаимодействия со сверстниками и педагогами и многими другими параметрами.

Раскрытие сущности модели и обосуждение ее элементов. Логика становления системной инженерной компетентности предполагает последовательный

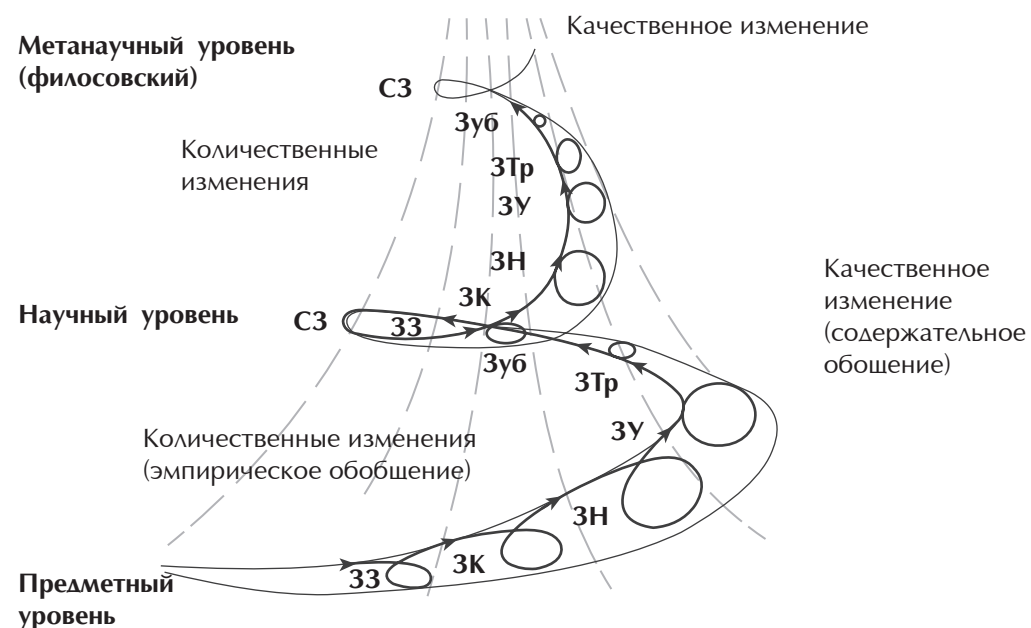
переход с нижнего яруса (формирующего профессиональную деятельность через научение выполнения типовых операциональных действий как в деятельности во внутреннем плане, так и в преобразовании предметов реальной действительности) на средний (развивающий общетехнические способы решения типовых инженерных задач), а далее на верхний ярус, позволяющий сформировать целостную инженерную картину мира. Каждый виток (цикл) можно соотнести с конкретным уровнем образования и инженерной практики. Дадим комментарий количественно-качественным изменениям, происходящим на каждом из уровней (рис. 1).

Предметный уровень, который является первым естественным уровнем образования в инженерной практике, соответствует рабочей школе (среднее профессиональное образование, профессиональная переподготовка). На данном уровне обучающийся накапливает индивидуальные компетенции (узкотехнические, узконаучные, узкохудожественные). Происходящие на уровне количественные изменения и эмпирические обобщения составляют базу для будущих качественных изменений, которые выводят обучающихся на новый виток спирали знаний.

Научный уровень (он соответствует подготовке бакалавра) наряду с общетехническим, общенаучным форматом мышления и деятельности формирует кооперативность специалиста. Здесь развиваются «мягкие» навыки («soft skills»), позволяющие вести работу с клиентами (посредством коммуникации), навыки командной работы (в больших коллективах и малых группах), умения справляться с проблемами и находить проблемно-ориентированные решения (причем не решения вообще, а решения по конкретной проблеме), умения переучиваться и, наконец, навыки психофизической самоорганизации [5].

На следующем – метанаучном уровне, который уже соответствует элитной инженерной подготовке, наряду с фун-

Рис. 1. Концептуальная модель формирования системной инженерной компетентности обучающихся



даментальной профессиональной подготовкой проходит подготовка по изобретательской и проектной деятельности, инженерному предпринимательству, инженерному лидерству и работе в команде [11–14]. Более подробно это раскрыто нами в работе [6].

В пределах каждого витка-цикла предлагаемой концептуальной модели накопление и усвоение знаний у каждого обучающегося происходит в лоне своеобразного искривленного «веретена знаний» переменного сечения, увеличивающегося в момент достижения относительной устойчивости знания в известной последовательности знаний – от знакомств, копий, навыков и умений (3З-3К-3Н-3У) вплоть до знаний, способствующих формированию нравственных основ личности – знаний убеждений (Зуб). Именно в данных витках переменного сечения должен поэтапно работать механизм реализации дидактического инструментария в виде развитой системы графических форм представления учебной информации (рис. 2).

Рассмотрим процесс познания в рамках деятельностно-практической модели (соответствующей современному естественно-научному познанию). Он трактуется не как отражение (репрезентация), а как проективно-конструктивная деятельность, представляющая собой «челночное движение» от субъекта к объекту и обратно. Отметим, что познание рассматривается нами в рамках педагогического процесса, который состоит из подпроцессов трансляции знаковых систем в тех сочетаниях и связях, в которых они использовались в системе производства и создании условий превращения знаковых эталонов культуры в деятельность обучающихся.

Обработка информации субъектом познания всегда начинается с перцепции (выделения объекта из реальной действительности). Объект, попавший в зону восприятия – это перцептон. В результате когниции в сознании индивида формируется образ вещи (ноумен), как результат синтеза полученных по каналам восприятия сигналов и их последующей иденти-

фикации. В процессе отчуждения знания синтезированный образ объекта переводится индивидом в знаковую модель (логомен), которую он проецирует на объективную реальность для подтверждения и сохранения ее в виде мнемонема (совокупности сохраненных в памяти индивида сигналов, связанных с данной вещью) или дальнейшего ее преобразования [15].

В свое время Г.П. Шедровицкий весьма жестко утверждал, что «мышление формируется не на основе чувственных форм отражения, а вне их» [16, с. 579]. В.Г. Разумовский с коллегами поясняют, что это происходит на основе моделирования – работы индивида со знаками (моделями) в связке с объектами [17]. Описанный процесс отражен нами на рис. 2.

Более подробно раскроем сущность проведенного моделирования в табл. 1. Для этого выделим на каждом уровне формирования знаний не только решаемые дидактические задачи, но также функции, выполняемые системой графических форм представления информации. В про-

цессе обучения должны использоваться каскады графических образов, последовательно отражающие сначала объекты реальной действительности и выделяющие их свойства, затем раскрывающие связи между объектами, а в завершении позволяющие обучающимся осуществлять мыслительные действия над объектами. Развитие образного технического мышления, исключительно важного для инженера будущего, при этом должно осуществляться с опорой на витагенный опыт обучающихся [10]. Непрерывно выявляемый в процессе дидактического мониторинга уровень знаний и навыков каждого обучающегося становится основой для проектирования последующих учебных действий движения по его индивидуальной траектории.

При этом осуществляется построение адекватных витагенному опыту конкретного обучающегося ансамбля графических форм представления учебной информации, которая должна быть согласована с предложенной нами ранее в работе [19] шкалой «конкретность-

Рис. 2. Обобщенная деятельностно-практическая модель, отображающая процесс извлечения смыслов из знаковых систем: F – феномен, P – перцептон, L – логомен, N – ноумен, M – мнемонем



Таблица 1. Функции системы графических форм представления информации по решаемым педагогическим задачам на разных уровнях формирования знаний

Знания	Решаемые дидактические задачи	Функции графических форм представления информации
Знакомства (ЗЗ)	Несут функцию абстракции (кодирования) понятий предметных областей (технических, естественно-научных, гуманитарных). Модели позволяют обучающимся переходить к учебному проектированию и дают возможность строить разные знаковые системы (физико-математические, семантические, их комбинации)	Это фаза начального экстенсивного накопления субъектом познания семантических и семиотических моделей, отражающих законы функционирования предметного мира
Копии (ЗК)	Позволяют классифицировать объекты, процессы, строить выводные знания, соотносить полученные знания с опытом деятельности. Эти знания наделены функцией метки начала процесса познания и обретают функцию обобщения в ходе более глубокого изучения объективной реальности	Способствуют формированию умений выделять общие и отличительные признаки систем, классифицировать и обобщать
Навыки (ЗН)	Являются составной частью умения, помогают субъекту познания автоматически, сознательно выполнять действия с объектами окружающей действительности и/или знаковыми системами	Служат инструкциями к деятельности. Способствуют осознанию цели деятельности и выбору способов деятельности
Умения (ЗУ)	Отличаются от знаний-навыков продуктивной активностью субъекта познания, осуществляющего деятельность по образцу. Подразумевают способность индивида, обладающего ими, действовать в новых условиях	Способствуют поэтапному формированию деятельности от первоначальных умений до высокоуровневого умения [18]
Убеждения (Зуб)	Формируются двояко. Первый способ формирования мировоззрения – через практико-предметную деятельность при неоднократном построении знаний (знакомств, копий, навыков и умений, где четко видно действие закона перехода количественных изменений в качественные). При системном овладении перечисленными знаниями в процессе неоднократных проверок и оценок собственных знаний и действий, рождается новое качество – убеждение (вера) – основа поведения и волевых действий	Способствуют представлению анализа истории изменений, анализа прогнозов будущих состояний систем в различных средах
Трансформации (ЗТр)	Позволяют осуществлять творческое действие и самостоятельно конструировать новую ориентировочную основу. Формируют способности переноса полученных ранее знаний на решение новых задач. По сути, это знания о том, как делать новые знания	Интенсифицируют отношения систем предметного мира и мышления. Это проявление закона перехода на микроуровень за счет изменений в мышлении субъекта познания, способного самостоятельно с помощью знаковых систем решать новые задачи
Системные (ЗС)	Целостная и адаптивная система знаний для продуктивной профессиональной деятельности и творчества. Основа мастерства на данном уровне познания мира	Развитие системного мышления за счет освоения системных операторов (линейных, диалектических, триалектических, прикладных)

абстрактность», то есть «упакована» под конкретного студента – с учетом ведущих каналов его восприятия.

В одобренной мировым научно-педагогическим сообществом инициативе CDIO, ориентированной на устранение противоречий между теорией и практикой в инженерном образовании, согласно стандарту 2, в результате обучения у будущих работников техносферы должны быть сформированы необходимые личностные и межличностные умения, а также навыки создания продуктов, процессов и систем [20, с. 6]. К личным результатам обучения отнесено когнитивное и эмоциональное развитие каждого студента на постановке технических задач и решении проблем. Нетрудно видеть, что все базовые принципы инициативы CDIO – Conceive, Design, Implement и Operate – требуют от обучающихся универсальной опоры при решении гаммы проблем на некую свернутую типологию задачных систем.

Еще древние греки выделили две универсальные, противоположно направленные операции мышления – анализ и синтез (от греч. analysis – разложение, расчленение, synthesis – соединение). Это вполне естественное отражение в сознании людей двух великих процессов мироздания – соединения и разделения. Именно поэтому принято подразделять все творческие задачи на два типа: исследовательские и конструкторские [21].

Первые отвечают на вопрос «Почему?», а вторые – на вопрос «Как сделать?». В теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) эти типы задач получили название «На обнаружение» (или «На измерение») и «На изменение» [4]. Измерительные задачи своеобразно устремлены из настоящего в прошлое, тогда как изменительные – из настоящего в будущее.

В реальности часто бывает, что обнаружить что-либо весьма трудно (например, какой-либо брак или дефект). Тогда на помощь решателю приходит метод «обращения задачи» – перевод задачи из измерительной в изменительную (как

можно «сделать» такого рода брак или дефект в рамках имеющейся технологии?). Данный метод получил в ТРИЗ название «диверсионного анализа» или инверсионного метода. Он был предложен еще в СССР в конце 70-х годов для совершенствования технологических процессов Б.А. Злотиним. В настоящее время метод известен в США и Европе как Anticipatory Failure Determination (AFD) и успешно используется для выявления причин брака, а также для прогнозирования возможных нежелательных последствий любых изменений [22].

В России «диверсионный анализ» весьма активно используется в самых разных системах: технических, информационных и организационных [23, 24]. Есть примеры использования метода также для совершенствования образовательного процесса в вузе (например, на факультете бизнес-информатики Пермского филиала НИУ ВШЭ [25]).

Необходимость работы будущих творцов техносферы с полным жизненным циклом любых систем требует наращивания их системных знаний о пространственно-временном континууме и активности человека в нем. С позиции представлений о хронотопе как единстве времени, пространства и действия (активности) человек живет одновременно в трех «цветах» времени: прошедшем, настоящем и будущем. При этом любая задача с двумя компонентами – условием («Дано») и требованием («Найти») может рассматриваться как статическая (застывшая) форма ее представления.

Задача естественно «оживает» в процессе своего решения (мыследеятельности), становится динамической системой при появлении третьей компоненты – «Процедуры» перехода от «Дано» к «Требуется». Данная «Процедура» и есть проявление активности человека в хронотопе (вспомним «мысль как поступок» у М.М. Бахтина). Если человек субъективно не объединяет три «цвета» времени (прошлое, настоящее и будущее), то становится рабом времени. Лишь человек,

учитывающий настоящее, накопленный опыт (прошедшее), идет к поставленной цели (будущее) [26].

По результатам исследований И.А. Аршавского, «живые системы, в отличие от неживых – четырехмерных, являются пятимерными, характеризуясь тремя пространственными и двумя временными размерностями – энтропийной и негэнтропийной. Именно негэнтропийная размерность и определяет творческие возможности живого. Благодаря негэнтропийному времени, живые системы обогащаются дополнительными пластическими материалами и энергетическими резервами» [27, с. 7]. Под негэнтропийной компонентой времени И.А. Аршавский понимает создаваемую самим человеком активность, которая и делает его именно хозяином, а вовсе не рабом времени.

Заключение. Представленная нами концептуальная модель снабжена развитым дидактическим инструментарием в виде специально организованной системы графических форм представления информации. Она ориентирована

на учет стилевых особенностей восприятия информации и витагенного опыта конкретного обучающегося и позволяет проектировать для каждого уровня инженерного образования такой системный семиотический язык, который задает общую логику описания сложных задачных систем и позволяет будущему рабочему или инженеру, исследователю или управленцу редуцировать их сложность путем построения упрощенных визуальных моделей.

Повышению уровня задачной системной подготовки будущих творцов техносферы может служить освоение обучающимися способов «обращения» задач и технологий редуцирования их сложности – «диверсионного анализа» или инверсионного метода.

Предлагаемые нами решения ориентированы не только на развитие индивидуального системного мышления будущих инженеров, но также и его «массовизацию» – введение в качестве элемента в систему мыследеятельности по производству любого нового продукта или услуги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лившиц, В.И. Проблема лакунарности в модернизации инженерного образования / В.И. Лившиц // Аккредитация в образовании. – 2011. – № 7. – С. 40-43.
2. Банникова, Л.Н. Инженерное образование и воспроизводство инженерных кадров: практика и актуальные проблемы / Л.Н. Банникова, Л.Н. Боронина, Ю.Р. Вишневский // Инж. образование. – 2017. – № 21. – С. 18-24.
3. Шедровицкий, П.Г. Шестой техноклад и проблемы образования [Электронный ресурс] / П.Г. Шедровицкий. – 1999-2018. – URL: <https://skeptimist.livejournal.com/2207767.html>
4. Поиск новых идей: от озарения к технологии / Г.С. Альтшуллер [и др.]. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 391 с.
5. Инженерная онтология. Инженерия как странствие: учеб. пособие / В. Никитин [и др.]. – Екатеринбург: Изд. Дом Ажур, 2013. – 230 с.
6. Лихолетов, В.В. О системно-философском и инструментальном базисе элитной подготовки будущих инженеров / В.В. Лихолетов, Е.В. Годлевская // Инж. образование. – 2018. – № 23. – С. 45-54.
7. Могилевский, В.Д. Методология систем: вербальный подход / В.Д. Могилевский. – М.: Экономика, 1999. – 251 с.
8. Ливер, Б.Л. Обучение всего класса / Бетти Лу Ливер; пер. с англ. – М.: Новая шк., 1995. – 48 с.

9. Ливер, Б.Л. Методика индивидуализированного обучения иностранному языку с учетом влияния когнитивных стилей на процесс его усвоения: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Бетти Лу Ливер. – М., 2000. – 19 с.
10. Белкин, А.С. Витагенное образование: многомерно-голографический подход: технология XXI века / А.С. Белкин, Н.К. Жукова. – Екатеринбург: УГПУ, 1999. – 136 с.
11. Бутакова, Е.С. К вопросу о подготовке элитных инженерных кадров: опыт России и мира / Е.С. Бутакова, О.М. Замятина, П.И. Мозгалева // Высшее образование сегодня. – 2013. – № 1. – С. 20-25.
12. Подготовка элитных специалистов в области техники и технологий / П.С. Чубик [и др.] // Вопр. образования. – 2013. – № 2. – С. 188-208.
13. Карлов, Н.В. К истории элитного инженерного образования (Московский физико-технический институт) / Н.В. Карлов, Н.Н. Кудрявцев. – М.: МФТИ, 2000. – 28 с. – (Препринт / Мин-во образования Рос. Федерации, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т); № 2).
14. Инженерное образование: мировой опыт подготовки интеллектуальной элиты / А.И. Рудской. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 216 с.
15. Атаманов, Г.А. Модель процесса познания. Тернарная концепция истины / Г.А. Атаманов // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях: материалы междунар. науч.-практ. конф., Волгоград, 26-28 января 2016 г. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2016. – Т. 3. – С. 249-255.
16. Шедровицкий, Г.П. Философия. Наука. Методология / Г.П. Шедровицкий. – М.: Шк. культурной политики, 1997. – 656 с.
17. Разумовский, В.Г. Деятельность моделирования как фундаментальная учебная деятельность / В.Г. Разумовский, Ю.А. Сауров, В.Я. Синенко // Сибирский учитель. – 2013. – № 2 (87). – С. 5-16.
18. Платонов, К.К. Проблемы способностей / К.К. Платонов. – М.: Наука, 1972. – 312 с.
19. Годлевская, Е.В. Стратификация графической формы представления технической информации по степени абстрактности / Е.В. Годлевская, В.В. Лихолетов // Вестник ЮУрГУ. Сер. Образование. Педагогические науки. – 2013. – Т. 5, № 2. – С. 38-43.
20. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информационно-методическое издание / Пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 17 с.
21. Разумовский, В.Г. Творческие задачи по физике в средней школе / В.Г. Разумовский. – М.: Просвещение, 1966. – 156 с.
22. New tools for failure & risk analysis. Anticipatory Failure Determination (AFD) and The Theory of Scenario Structuring / S. Kaplan [et al.]. – U.S.: Ideation International Inc., 1999. – 2005. – 86 p.
23. Буслов, Д.И. Как, используя диверсионный анализ ТРИЗ, найти критическую уязвимость, грозящую безопасности SAP NANA / Д.И. Буслов, И.Н. Холкин // Математика и информационные технологии в нефтегазовом комплексе: материалы междунар. конф. – [б. м.]: Аксиома, 2015. – С. 45-51.
24. Пашутин, С.Б. Как организовать «диверсию» в своей // Управление компанией. – 2003. – № 3. – С. 20-22.
25. Плаксин, М.А. Применение диверсионного анализа для совершенствования образовательного процесса [Электронный ресурс] / М.А. Плаксин; Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики. – URL: <https://www.hse.ru/pubs/share/direct/document/117626879> (дата обращения: 14.11.2018).
26. Остапенко, А.А. Хронотоп как перекресток прошлого и будущего, настоящего и ... «понарошечного» // Культурно-историческая психология. – 2010. – № 1. – С. 2-6.
27. Аршавский, И.А. Проблема времени живого и связанные с нею проблемы развития – индивидуального и филогенетического // Феномен и ноумен времени. – 2004. – Т. 1 (1). – С. 4-8.