

# Системные проблемы образования в России и предположения по их решению.

## Предпринятие по модернизации системы образования и развитию системостроения в России.

### Стадия «Замысел», I этап

*Говоров В.Л. (директор «ГеоИнфоГрад», НВЦ УНПК МФТИ), v.govorov@mail.ru*

*Галахов М.А. (д.ф.-м.н, профессор МФТИ)*

*Иванов М.Г. (к.ф.-м.н, доцент МФТИ)*

## 1. Проблема. Краткий обзор

Современный этап развития цивилизации характерен наличием и существенной ролью разнообразных сложных систем: социальных, экономических, политических, экологических, технических, программных, а также включающих все (несколько) перечисленные типы, либо требующие учёта соответствующих факторов<sup>1</sup>. Такие системы могут состоять из многих элементов, подсистем или систем. И именно такие системы, способность создавать, обеспечивать их целостность и управлять жизненным циклом<sup>2</sup> (ЖЦ), эволюцией определяют уровень развития и эффективность работы предприятия, отрасли, экономики, общества, страны, государства, мира.

При работе с такими большими сложными системами необходим соответствующий — системный подход, учитывающий назначение, цель системы, заинтересованных лиц, её окружение, все существенные элементы (части) системы, их связи, структуру и свойства, архитектуру, особенности стадий ЖЦ. В противном случае поведение системы, результат воздействия на неё могут быть непредсказуемыми: «Хотели как лучше, а получилось как всегда».

Современные системы, как правило, включают в себя 3 взаимосвязанных «уровня»: 1) «железо», 2) «софт», 3) люди, общество. «Софт» — программное обеспечение эффективно используется (как нервная система у живых систем и человека) для широкого ряда задач: учёт, планирование, моделирование, автоматизация, интеграция, коммуникация между «уровнями», подсистемами и людьми, обществом. Примеры таких многоуровневых систем — это и самолёт, и автомобиль, и аэропорт, и любое современное предприятие, интернет, социальная сеть; даже правительствам модно иметь электронную часть

---

<sup>1</sup> Примеры таких систем: современные самолёты, ракетные комплексы, космические и другие корабли, подводные лодки, микропроцессоры, компьютеры, атомные станции, мобильные телефоны, смартфоны, автомобили, системы ПРО и радиоборьбы, а также соответствующие современные высокотехнологичные высокоэффективные средства производства и управления: станки, сборочные линии, заводы, предприятия, а также авиакомпании, аэропорты, порты, космодромы, системы централизованного электро-, водо-, газо-... теплоснабжения, дорожные, транспортные, телекоммуникационные, навигационные системы (ГЛОНАСС, GPS), системное и прикладное программное обеспечение, интернет, социальные сети, платёжные и банковские системы, электронные торговые площадки, отрасли народного хозяйства: экономики, образования, здравоохранения..., вооруженные силы, ОПК, общественные движения, партии, министерства, правительства, государства, законодательная, налоговая, бюджетная, судебная, правоохранительная, нравственно-идеологическая системы, международные системы, организации (объединения, союзы, ВТО), Мир в целом (далее, список типов и примеров систем).

<sup>2</sup> Под ЖЦ понимается прохождение системой характерных существенных стадий, начиная с замысла и заканчивая утилизацией (далее — стадии ЖЦ): замысел, планирование, моделирование, проектирование, конструирование, сборка (реализация), прототипирование, тестирование, верификация и валидация, тиражирование, ввод в эксплуатацию, пусконаладка, эксплуатация, обслуживание, рост, развитие, эволюция, наладка, модернизация, утилизация и т.п. Не каждая система обязана проходить все стадии жизненного цикла. Различные типы систем могут иметь различные наборы характерных стадий и тип ЖЦ.

(большоеправительство.рф). Системы с существенной ролью человеческого, общественного фактора называют *активными системами* [2]; состоящие из нескольких «самостоятельных» систем — *системами систем*, точнее:

«Системы систем — это направление системной инженерии, занимающееся инженерией систем, отдельные части которых могут существовать автономно, были разработаны независимо друг от друга, и тем самым представляют собой полноценную целевую систему. Тем не менее, из этих автономных и независимых систем (кому-то) хочется сделать систему с эмерджентными<sup>4</sup> свойствами.» [3]

Надо отметить принципиальное отличие «классических» технических или человеко-машинных систем с чёткими функциями, целями и заинтересованными лицами от активных систем систем с несколькими (множеством) заинтересованных (в результате или же его отсутствии) лиц. Интересы, а иногда и сами лица не всегда заранее известны, хотя их влияние может быть весьма значительным. Можно сказать, что существенная задача для активных систем систем состоит в выявлении заинтересованных и влияющих лиц (сил), и согласовании их интересов, с получением результата лучшего, (для кого?) чем если составляющие системы функционируют независимо.

В связи с этим существенно возрастает роль дисциплины, специалистов и предприятий способных целенаправленно обеспечивать весь жизненный цикл и эволюцию таких многоуровневых активных систем систем. Существенными качествами и компетенциями таких специалистов должны быть: целостность, целенаправленность, системный взгляд на мир, способность выделения (под)систем для заданных целей, знание и понимание законов, закономерностей<sup>5</sup> и инструментов функционирования элементов системы; владение и применение современных дисциплин, методик, технологий, инструментов системостроения и др.

Система образования<sup>6</sup> России не готовит таких специалистов, ограничиваясь лишь достаточно «узкими» — понимающими отдельные части (подсистемы) создаваемых или эксплуатируемых, модернизируемых систем, или специалистами, способными обозреть систему в целом, но только на отдельной стадии её ЖЦ. Неудивительно, что системы, создаваемые, управляемые и эксплуатируемые такими специалистами, часто работают не так хорошо и надёжно, как хотелось бы,<sup>7</sup> несмотря на то, что к частям претензий нет, и иногда

---

<sup>4</sup> ЭМЕРДЖЕНТНЫЕ СВОЙСТВА [emergent properties] — свойства целостности системы, т. е. не присущие составляющим ее элементам, рассматриваемым отдельно, вне системы. В экономике в качестве эмерджентных свойств рассматривается, напр., способность государства осуществлять крупные научно-технические программы, непосильные для отдельных хозяйственных звеньев, как бы много их ни было. Следовательно, это эффект организации, который является результатом возникновения между элементами синергических связей. Яндекс.Словари > Лопатников, 2003.

<sup>5</sup> Физических, химических, социально-экономических, психологических, политических, нравственно-идеологических, экологических, правовых...

<sup>6</sup> Под системой образования будем понимать систему образования (в том числе, дошкольного, среднего, профессионального, высшего, переподготовки...), воспитания и профессиональной ориентации (что, в общем, соответствует официальному определению [9, 10]).

<sup>7</sup> Иногда создаются достаточно целостные сложные системы — «Зато мы делаем ракеты и перекрыли Енисей...» — однако, на это часто затрачиваются необоснованно большие ресурсы (в ущерб другим задачам, системам, отраслям), и иногда находятся системные мыслители и деятели — выдающиеся генеральные конструкторы, учёные: Ломоносов, Менделеев, Циолковский, Жуковский, Вернадский, Королёв, Туполев, Курчатов..., великие (неоднозначно) управленцы: Рюрик, Владимир Святославич, Ярослав Мудрый, Иван III, Пётр I, Демидовы, Потёмкин, Витте, Столыпин, Сталин, Берия.... Однако надо признать, что находятся они не так часто, как бывают нужны (востребованы), и появляются они, как правило, в результате случайного или вынужденного стечения обстоятельств. Их способности, компетенции и деятельность сравнивается с искусством и считается, что научить целенаправленно этому не возможно. Однако, наличие международного опыта в области Systems Engineering и др. показывает, что готовить целенаправленно таких специалистов можно. Для иллюстрации того как редкое искусство становится стандартной общедоступной дисциплиной

даже нет претензий к системе в целом на некоторых этапах её жизненного цикла. Отчасти это направление представлено в направлениях образования<sup>8</sup>. Аналог в мировом образовании в области технических систем: системная инженерия или инженерия систем, Systems Engineering, Engineering Systems — в отечественном образовании практически отсутствует.

Отсутствие или наличие и качество «системного образования» в системе образования страны, и, соответственно, наличие системных специалистов, во многом, объясняет различия в способности предприятий и экономик, государств разрабатывать, производить, управлять, обслуживать модернизировать, сложные технические и многоуровневые системы и системы систем в соответствии с заданными требованиями и бюджетом, такие как см. список типов и примеров систем в сноске 1.

Проблемы системной инженерии и образования в системной инженерии (Systems Engineering) подробно рассматривает Батоврин В.К. [1].

Отметим, что мировая экономика представляет собой систему систем части которой (государства, организации...) имеют общие (взаимовыгодные) и личные (невзаимовыгодные) интересы и весьма сложные или простые, но скрываемые писанные и неписанные правила и принципы взаимодействия. Поэтому, преимущество и лучшие результаты в международном разделении труда получают те, кто понимают, определяют принципы работы этой системы и занимает места на более высоких уровнях в иерархиях управления и интеграции.

Проблемы нравственно-идеологической, законодательной, правоохранительной, налоговой систем приводят к процветанию коррупции, воровства, плутовства, паразитирования, разбоя, подлости, продажности, предательства, стяжательства, раздолбайства, безответственности заражающих и подавляющих многие ростки здорового предпринимательства и творческой инициативы, вождельных инноваций и модернизаций... приводящих к бегству из страны мозгов, капиталов, активов.

Недостаток системного подхода в образовании, науке, экономической, общественной, государственной и международной деятельности обрекает наши образование, науку, производство, экономику довольствоваться третьими ролями (туземцев, курящих трубку мира, сидя на сырьевой трубе-игле) — низкими уровнями иерархии в интеграции в систему международного разделения труда, специализируясь на низкотехнологичных, низкосистемных и низкооплачиваемых видах деятельности.

Поэтому, с целью занятия передовых мест (а не мест туземцев, бедных родственников или инженергов, работающих на чужого дядю) в иерархии международного разделения труда, и как следствие, в рейтингах инвестиционной привлекательности, уровня образования, предпринимательской активности, свободы, демократии и т.п., необходимо широкое целенаправленное внедрение системного подхода во все важные сферы образовательной, экономической, производственной, общественной, законотворческой, нравственно-идеологической, государственной и международной деятельности.

Для решения этой важнейшей общественной, государственной задачи необходимы способные к этому и специально обученные высококвалифицированные системные специалисты: системные аналитики, системные архитекторы, системные конструкторы, системные инженеры, системные менеджеры (управленцы). Таких специалистов нельзя сделать по-быстому, приказом или купить. Их надо выращивать, воспитывать и обучать

---

полезно вспомнить, что математические операции деление и дифференцирование, доступные сегодня каждому (дисциплинированному) школьнику, недавно (в историческом масштабе) считались искусством и были доступны очень не многим выдающимся учёным; причём, выполняли эти операции в римских цифрах или в словах.

<sup>8</sup> «Информатика и вычислительная техника», «Программная инженерия», «Автоматика и управление», «Управление и системный анализ», «Управление качеством», системотехника (только в виде: «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры»), «Управление проектами» (в программах MBA — Master of Business Administration), «Экономика», «Менеджмент», «Экономика и управление народным хозяйством», «Международные отношения»...

вместе с системой (в экосистеме) — чтоб они были её «частью» — имели общие (синергичные) с системой цели.

## 2. Предлагаемое решение. Краткий обзор

Простое, но плохое решение — списать импортные стандарты образования в направлении Systems Engineering, Engineering Systems и внедрять их в нашей системе образования и этим ограничиться. Однако в этом случае, мы будем обречены быть в роли только догоняющих и списывающих. Вторая опасность этого пути состоит в возможности узкого понимания Systems Engineering, Engineering Systems как дисциплины, работающей, в основном, с техническими системами (как, однажды уже случилось в нашей истории с системотехникой). То есть опасность, как это часто бывает — опять забыть о людях. Человеко-машинные системы — это также существенно меньше, чем то, о чём речь.

Поэтому, хорошее предложение (необходимое для решения обозначенных выше проблем и, таким образом, реализации долгожданных прорывов, инноваций, модернизации и 5-и приоритетов развития России) состоит в создании принципиально нового направления образования и деятельности — дисциплины с условным названием «Системостроение», обеспечивающего подготовку специалистов, способных решать задачи обеспечения целостности и управления жизненным циклом и эволюцией (см. так же стадии ЖЦ на с.1) разнообразных (в том числе социальных, технических, программных, экономических, экологических, политических, а также всевозможных их сочетаний) больших, сложных систем с применением всех достижений культуры, науки и техники (см. так же список примеров систем в сноске 1).

Другая формулировка:

Международный Systems Engineering с учётом всех важных передовых достижений и тенденций, в том числе с учётом многоуровневости («железо», «софт», «человек и общество»), модели ориентированного подхода, последних достижений IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), INCOSE (International Council of Systems Engineering, Международное сообщество системных инженеров) и других передовых системных институтов и профессиональных сообществ + обобщение, расширение и интеграция (синтез) Systems Engineering, экологии, социологии, экономики и управления (менеджмент), политологии, синергетики, математического моделирования, статистической физики, термодинамики на системы систем, нетехнические системы и разнородные, многоуровневые системы с существенной ролью человеческого фактора, а также любого масштаба от частного предприятия до мировой социо-полит-эконо-экологической системы.

Предлагаемое направление пересекается со многими, но не совпадает и не включается ни в одно из существующих направлений образования, дисциплин, но должно стать многодисциплинарным интегрирующим системообразующим направлением в системе образования, экономики, производства и государства в целом и, в связи с этим, иметь интерфейсы (связи) со всеми (многими) дисциплинами и направлениями образования, науки, экономики, предприятиями, обществами, организациями.

Подготовка квалифицированного специалиста-системостроителя должна включать изучение и практику описания и моделирования систем методами различных наук, в первую очередь, естественных, так как модели систем в естественных науках наиболее проработаны логически и математически и, поэтому, могут служить (идеализированным) образцом, источником плодотворных моделей, идей и метафор для более сложных систем, отраслей знания и деятельности.

Такие системные специалисты (управляющие, архитекторы, конструкторы, инженеры) должны быть во всех (многих) отраслях деятельности, промышленности и управления. Поэтому задача имеет общегосударственный масштаб и предлагает решения (и) на государственном уровне. Вместе с тем, для начала и в качестве прототипа, представляется целесообразным внедрение такого системного направления образования в нескольких передовых вузах. Первым из таких передовых вузов представляется МФТИ.

Параллельно с этим целесообразно создание Системостроительного института (не вуз), и общественного движения Системная Россия.

Основные задачи Института: реализация системных (и системно системных) проектов в различных отраслях по заказам различных организаций и лиц, выполнение пилотных системных проектов, системных проектов повышенной сложности и опасности; моделирование, оценка эффективности, вероятности и размера ущерба от сложных, конфликтных проектов (таможенная политика, развитие образования); системно-консультационное, системно-управленческое и системно-инженерное сопровождение различных систем и систем систем.

Основные задачи общественного движения: изучение и формирование здорового общественного мнения и ценностей. Создание механизмов эффективных обратных связей человека, предприятия, экономики, системы образования, общества, власти. Распространение, популяризация лучших передовых современных и классических достижений отечественной и мировой цивилизации, науки, культуры, искусства, в том числе, литературы, театра и кино, религий.

### **3. Целевая система. Предпосылки. Обоснование выбора. История успеха. Прототип**

В широком смысле, в плане образования, предлагается модернизировать систему образования РФ. Однако для начала, и чтоб не растечься мыслью по древу (и не «биться головой о стену», не погрязнуть в коридорах и болотах бюрократии и т.п.) предлагается в качестве прототипа, адаптировать систему образования МФТИ, как одного из наиболее передовых инновационных вузов — национальных исследовательских университетов.

МФТИ создан по инициативе группы сотрудников передовых НИИ и предприятий ВПК для подготовки высококвалифицированных исследователей и специалистов способных создавать и эксплуатировать передовую военную и космическую технику. В основу МФТИ заложена так называемая «Система Физтеха». И он (МФТИ) успешно справился с этой сложной важной государственной задачей, конечно совместно с такими передовыми вузами как МИФИ, МВТУ (МГТУ), МИФИ, МАИ... Подробнее «Система Физтеха» будет рассмотрена далее (см. так же [5, 6]). Пока отметим, что она во многом успешно себя зарекомендовала и может быть использована, как прототип.

Современная действительность формулирует новые (в том числе и хорошо забытые старые) требования ко всему: обществу, экономике, специалистам, системе образования. Отметим сформулированные недавно президентом

#### **«Пять приоритетов развития России»:**

**Первое** — это демографическая состоятельность российского государства. "Сегодня для России каждый человек на счету. Мы должны понимать, что столкнемся с серьезным вызовом — с демографическим эхом 90-х годов, когда страна переживала самый жесткий спад рождаемости", — сказал Путин.

**Второе** — сохранить и обустроить российское пространство, защитить от внешних угроз. Особое внимание при этом должно быть уделено развитию Сибири и Дальнего Востока.

**Третий** приоритет — новые рабочие места. Миллионы людей сегодня заняты на устаревших рабочих местах, "мы должны дать им другую работу", пообещал Путин.

**Четвертая** задача — построение новой экономики, устойчивой, способной демонстрировать качественный рост в условиях жесткой конъюнктуры. "Мы должны быть готовы к любым внешним шокам", — призвал он.

**Пятый** приоритет — укрепление позиций России в мире, прежде всего через новую интеграцию на евразийском пространстве. "Наш следующий шаг — запуск с 2015 года проекта Евразийского экономического союза", — заявил Путин.

#### **Образование и наука**

Владимир Путин считает, что ведущим бюджетным приоритетом должны стать образование и наука. "Именно от этих сфер зависит интеллектуальная, технологическая сила России, качество нашего человеческого потенциала", — подчеркнул премьер-министр.

Программу важно нацелить на разработки, которые позволят России выйти на уровень стран — самых передовых в научном и технологическом плане, сказал Путин. Он также сообщил о "последовательном увеличении финансирования вузовской науки, прежде всего в национальных исследовательских университетах". Кроме того, премьер считает необходимым установить более жесткие требования к работе всей вузовской сети, предусмотреть эффективные формы ответственности. [4]

С такими приоритетами сложно поспорить. Таким образом, основными общегосударственными целями (приоритетами, задачами) можно считать следующие:

- 1) Сохранение и развитие народа России, увеличение продолжительности жизни.
- 2) Обеспечение территориальной целостности России и развитие регионов. Защита от внешних угроз.
- 3) Модернизация рабочих мест — автоматизация, компьютеризация (в том числе связь), роботизация — повышение производительности и оплаты труда.
- 4) Модернизация экономики: конкурентоспособная качественная продукция  
Сбалансированность, устойчивость к внешним воздействиям.
- 5) Укрепление позиций России в мире, прежде всего через новую интеграцию на евразийском пространстве.
- 6) Модернизация системы образования и науки — кадровое обеспечение  
вышперечисленных задач квалифицированными специалистами, способными всё это (5 приоритетов) всё же сделать.

Отметим, что перечисленные задачи являются взаимосвязанными, или, другими словами, это части одной большой общегосударственной задачи. И решать их необходимо согласованно — системно. Чтобы решить.

Очевидно, все эти задачи требуют самого системного подхода и специалистов соответствующей особой квалификации, способных решать столь масштабные задачи, строить и модернизировать, налаживать согласовывать работу столь сложных систем и систем систем. Недостаточно создать комитет, совет, агентство, фронт... с подходящим названием и уставом. Недостаточно отдать (издать) приказ или закон или уволить и наказать не справившихся с поручением, или возложенными обязанностями и поставить новых амбициозных, энергичных, в чём-то толковых и «преданных делу партии и народа». Не достаточно просто ослабить или закрутить гайки (дать больше или меньше свободы), укрепить или ослабить вертикаль. Недостаточно только того чтоб люди хотели, и даже что-то могли. Необходимо, чтоб были люди склонные и способные решать именно столь масштабные многодисциплинарные системные задачи. Надо отметить, что задачи эти не решаются к завтрашнему утру, и даже к следующему понедельнику, хотя многие скажут почему всё это не сделали ещё вчера. Во-первых, это план на несколько (десятков) лет и, во-вторых, получив заметные результаты в обозначенных направлениях надо обеспечить функционирование системы систем, сохраняющее достигнутые результаты и её дальнейшее развитие, эволюцию. Решением таких задач общегосударственного масштаба должны заниматься люди не просто амбициозные и «преданные делу партии и народа» и очень толковые, но, кроме того, они должны иметь определённый склад ума, способности, быть специально обученными, владеть современными системными инструментами и успешно практиковаться (иметь положительный опыт) в планировании, моделировании, проектировании, конструировании, создании, модернизации, управлении сложными активными системами систем.

Представляется, что для (отработки методики) подготовки таких специалистов, способных целенаправленно систематически решать столь масштабные, системные, государственные задачи по созданию, модернизации, развитию, эксплуатации, наладке таких социально-эколого-техно-экономических систем систем, в том числе, государственного масштаба, наилучшим образом подходит МФТИ.

**В качестве основных принципов системостроительного образования предлагается «адаптированная система Физтеха»:**

1. Привлечение и тщательный отбор молодёжи склонной и способной к творческой системной деятельности.
2. Высококачественное фундаментальное образование: физика, математика, английский, + информатика (в том числе, программная инженерия), общее системостроение, в том числе, системная инженерия (Systems Engineering), экология, культура и искусство: философия, психология, риторика, история, литература, кинематограф, СМИ...
3. Тесная интеграция с «базами»: Привлечение передовых сотрудников передовых НИИ и высокотехнологичных передовых предприятий для преподавания.
4. Регулярная работа студентов-системостроителей в передовых НИИ и высокотехнологичных передовых предприятиях под руководством передовых сотрудников над реальными научными и производственными системными проектами (кроме учебных лабораторных) на позициях системных специалистов.
5. Индивидуальный подход к отдельным студентам с целью развития их творческих задатков при отсутствии имеющейся сейчас в вузах перегрузке второстепенными предметами по общей программе и механического заучивания (следствие необходимости сложившейся практики массового обучения).
6. Регулярное участие студентов и преподавателей в реальных системных проектах на позициях системных специалистов<sup>9</sup>.

На конференции «Научные проблемы современного образования» (20-21 октября 2012 г. МФТИ, <http://sch.fizteh.ru/>), планируется обсудить предложенный замысел, начать уточнение требований к предприятию и план реализации, в том числе:

1. Определить (предположить, найти) лиц (людей и организаций), потенциально заинтересованных в предлагаемом предприятии по модернизации системы образования и развитию системостроения в России; обсудить с ними
  - a. это предприятие, уточнить требования к нему;
  - b. их возможное участие в предприятии.
2. Найти или создать обеспечивающую систему;
3. Реализовывать предприятие в соответствии с уточнёнными требованиями и принципами системной инженерии.

---

<sup>9</sup> Подчёркнуто и зачёркнуто новое по сравнению с классической «Системой Физтеха» [6].

## Литература

1. *В.К. Батоврин.* Образование в системной инженерии — проблемы подготовки специалистов для создания конкурентоспособных систем. — Интернет – журнал Открытое образование 2010\*2.
2. *Бурков В.Н., Новиков Д.А.* Теория активных систем: состояние и перспективы. — М.: СИНТЕГ, 1999.
3. *Левенчук А.И.* Системы систем. — <http://ailev.livejournal.com/856576.html>
4. *В.В. Путин.* Доклад избранного президента России Владимира Путина перед Госдумой. — [http://www.vedomosti.ru/politics/news/1627206/pervyj\\_ukaz\\_budet\\_o\\_vypolnenii\\_predvybornyh\\_obeschaniy#ixzz20QzfbOra](http://www.vedomosti.ru/politics/news/1627206/pervyj_ukaz_budet_o_vypolnenii_predvybornyh_obeschaniy#ixzz20QzfbOra)
5. *Н. В. Карлов, Н. Н. Кудрявцев.* К истории элитного инженерного образования. — Вестник российской академии наук. том 70, № 7, с. 579-588 (2000) (<http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/VRAN/ENGINE.HTM>)
6. *Капица П.Л.* Письмо Сталину И.В. от 01.02.1946 г. (об основании вуза нового типа) опубликовано в *Щука А.А.* Физтех и физтехи: Учебное пособие. — М.: Вестник ВВЦ, 1996. — 328 с.
7. *В.Л. Говоров, М.А. Галахов.* Моделирование социально-экономических систем и реализация талантов. Труды 54-й научной конференции МФТИ. — Москва - Долгопрудный - Жуковский: МФТИ, 2011.
8. *Галахов М.А., Орлов Ю.Н.* Математические модели жизнеустройства. Ч. I. Основные принципы и методы. – М.: Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, 2000. — 28 с.
9. Закон об образовании от 10 июля 1992 года N 3266-1.
10. Проект федерального закона "Об образовании в Российской Федерации".
11. Образовательные программы и стандарты.
12. Устав МФТИ.
13. Программы развития Физтеха, как инновационного вуза (2006–2007 гг.) и национального исследовательского университета (2009–2017 гг.)
14. Программа развития инновационного территориального кластера “ФИЗТЕХ XXI”
15. Стандарты в области системной инженерии (Systems Engineering).
16. *В.Л. Говоров, С.Г. Легостин, А.В. Луняков, М.А. Галахов.* Электронная модель системы теплоснабжения и современный подход к наладке и модернизации тепловых сетей. — <http://geoinfograd.ru/teplo/E-model-i-Sovremennyj-podhod-k-modernizacii-teplovyh-setej.pdf>