

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОГО МИРА» (Новосибирск, НГУЭУ, 24–25 сентября 2013 г.)

УДК 371.3

СИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЕМ

Т.Я. Дубнищева

Новосибирский государственный университет
экономики и управления

ksent@nsuem.ru

Рассматривается система образования как сложная, нелинейная, многосвязная и многомерная система, в которой протекают переходные процессы, далекие от равновесия, и могут возникать хаотические режимы. Обсуждается расхождение целевых аттракторов модели с проводимой модернизацией образовательных процессов в России.

Ключевые слова: аттрактор, нелинейная динамика, образование, параметры порядка, самоорганизация.

Формирование образа будущего происходит локальными действиями в настоящем, поэтому перспективы модернизации обсуждаются и важны для человечества. Европейские страны пересматривают свои возможности жить по типу «общества потребления», вынуждены экономить на своих социальных обязательствах. Но существует и возможность поиска новых ресурсов развития. Передовые страны стремительно двигаются вперед в области промышленности, науки, высоких технологий. Явная тенденция мирового развития – переход экономик ведущих стран от четвертого (индустриального) технологического уклада через пятый (постиндустриальный) сразу к шестому (технологическому) укладу. Вероятно, его ключевыми технологиями станут нанотехнологии, новая медици-

на, робототехника, биотехнологии, технологии виртуальной реальности, когнитивные технологии и ряд других, а экономика станет экономикой знаний. Реформы, проводимые в последнюю четверть века в России, отбросили страну с 5-й строки мирового рейтинга по качеству жизни на 65-е место. Президент РФ В.В. Путин подчеркнул, что стратегический курс страны есть переход от нынешней «экономики трубы» к «экономике знаний». В основе экономики знаний – единство комплекса «Промышленность, инновации, наука, образование». Поэтому на передовые позиции выходит система управления новой экономикой и система развития основных активов – человеческого капитала.

Будущее формируется внутри системы образования. Например, «Япония инве-

стирует в заводы и оборудование около 8 % своего годового ВВП, но вдвое больше – в образование. Две трети этой суммы – в образование детей и молодежи, остальные средства – в тренинги и дальнейшее обучение взрослых (преимущественно в организациях, которые их нанимают)¹. В современной России высокий образовательный уровень значительной части населения, огромные вложения в прошлое, сделанные в формирование «человеческого капитала», являются важнейшим ресурсом развития. По многочисленным оценкам, именно этот ресурс обеспечит возможность выхода из кризиса^{2,3}. Но наши школьники, которые по многим позициям 15–20 лет назад занимали первые места в мировых конкурсах, сейчас скатились на последние места даже по способности читать и понимать прочитанное. Переход к экономике знаний в нашей стране в основном связывают с людьми, использующими бизнес-стратегии, с созданием инновационно-образовательной среды, самоподдерживающейся и восприимчивой к нововведениям. Развитие инновационной сферы приобретает особую важность, поскольку именно в ней происходит превращение научно-технического продукта в товар с новыми потребительскими свойствами. Особенность российской ситуации в том, что в треугольнике бизнес–инновации–власть роль государства в ближайшие годы

должна быть решающей, поскольку мелкий бизнес на это не способен, а крупного высокотехнологичного бизнеса у нас практически нет. Однако, положение с наукой и образованием в РФ таково, что создается устойчивое впечатление об отсутствии научно обоснованной стратегии развития образования в стране. Противоречивые указания Минобрнауки только раскачивают сложившуюся систему, ломая вектор ее развития. Система образования – сложная, нелинейная, многосвязная и многомерная система, в которой протекают переходные процессы, далекие от равновесия, и могут возникать хаотические режимы. Моделирование и управление такими системами практически не доступно для существующих теорий управления, опирающихся на линейные кибернетические модели.

Важность и актуальность высокоэффективной точной науки об управлении во всех сферах существенно выросла в современных условиях. Это обусловлено не только технической революцией, но и экологическим и общественным мировым кризисом, выходы из которого лежат в новых структурах и методах управления. Несмотря на исследования разнообразных проблем управления и огромное число появившихся публикаций, прогресс сводится в основном к компьютеризации на основе уже известных принципов. Одна из причин этого состоит, по-видимому, в том, что работают в этой области особенно много математиков, которые готовы работать с математическими моделями, доступными для корректной общей теории. В то же время построение достаточно адекватной модели – серьезнейшая наукоемкая задача, чаще всего задача нелинейная. Наука об управлении, основанная на линейных моделях, составившая целую эпоху в последней трети XX века,

¹ Цит. по: Малинецкий Г.Г. Чтоб сказку сделать былью...: Высокие технологии – путь России в будущее. Изд. стер. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. – С. 209.

² Синергетика: Будущее мира и России / Под ред. Г.Г. Малинецкого. – М.: Изд-во АКИ, 2008. – 384 с.

³ Буданов В.Г. Методология синергетики в постнеклассической науке и в образовании. – М.: Изд-во АКИ, 2007. – 232 с.; Буданов В.Г. Синергетическая методология // Вопросы философии. – 2006. – № 5.

отстает от современных потребностей практики. Формируются и развиваются новые направления, которые в поиске общих объективных законов управления стараются максимально учесть естественные свойства объекта соответствующей природы. Это – теория самоорганизующихся регуляторов с экстраполяцией, синергетика, теория нечетких и нейросетевых систем управления, оптимизация систем с прогнозируемой моделью, физическая теория управления и др.

В естествознании сложилось междисциплинарное направление, основанное на нелинейной динамике и термодинамике необратимых процессов. Его называют в России и Германии синергетикой, в США – наукой о сложности, в Бельгии и Франции – теорией необратимых процессов. Сама рассматриваемая система должна быть открытой, обменивающейся с внешней средой энергией, веществом или информацией. Внешнее воздействие должно быть достаточно сильным, чтобы вывести систему из равновесного состояния, то есть приток энергии в этой неравновесной термодинамической ситуации должен быть достаточным не только для уравнивания роста энтропии, но и для ее уменьшения, т. е. для поддержания и усиления порядка в системе. Кроме того, система должна быть сложной динамической системой, чтобы взаимодействия между ее частями были достаточно сильными, чтобы возникла когерентность протекающих в системе процессов, а также существовало несколько путей эволюции на конечных этапах ее движения. Важно, что в такой сложной динамической системе со многими степенями свободы при определенных условиях, выделенных этими науками, могут возникать явления самоорганизации.

В XX веке было показано, что к таким системам следует относить не только живые системы и биосферу, но и сложные неживые, информационные, социальные и технические системы. Современное естествознание стало эволюционным. Выбор путей эволюции ограничен дискретным набором возможностей, определяемых собственными свойствами сложных развивающихся систем. В природных системах среди многих степеней свободы можно выделить главные, называемые параметрами порядка, к которым через некоторое время «подстраиваются» и остальные. Обычно число параметров порядка небольшое, что и позволяет описать и исследовать поведение сложной нелинейной системы, моделируя ее в пространстве с низкой размерностью. Сам исследователь встроен в сложную систему, которую он может менять и тем самым формировать ее эволюцию.

Выделенные выше основные качества систем показывают, что разработанные в новом междисциплинарном направлении – синергетике – методы подходят для задач управления сложной системой образования. В рамках синергетических представлений развитие системы образования – это качественное изменение ее структуры и функционирования за счет кооперативного взаимодействия ее компонентов. Она вместе со всеми компонентами, как и любая другая сложная открытая система, проходит через чередование стадий порядка и хаоса, подвергается изменениям – флуктуациям, которые до определенного предела может нейтрализовать, чему способствует устойчивость ее структуры в течение эволюционного периода. При превышении флуктуирующими параметрами критических значений наступает момент, когда изменение параметров приводит

к скачкообразному переходу всей системы в качественно иное состояние, на новую траекторию развития. Так наступает точка бифуркации – точка ветвления вариантов развития. Таким образом, при изменяющихся внешних условиях эволюция системы представляет собой последовательность различных аттракторов, переход между которыми происходит через неустойчивые состояния и бифуркации.

Ключевым понятием синергетики является понятие параметра порядка, т. е. такого параметра, который в основном определяет поведение системы. Выявление этих параметров существенно упрощает анализ системы, и в частности прогноз ее развития, так как все несущественные параметры (которых у сложной системы может быть много) в процедуре моделирования не участвуют. Мастерство исследователя (физика, в отличие от математика) состоит в выявлении этих параметров порядка и построении адекватной модели на их основе. В линейных моделях обычно все параметры имеют одинаковую значимость. У систем, являющихся предметом синергетики, таких параметров обычно может быть 5–7. Выбор этих параметров и различных факторов, определяющих развитие образования на уровне высшей школы, целесообразно связать с разделением моделей на три уровня: макромоделей, микромоделей и моделей среднего уровня иерархии.

Модели макроуровня описывают влияние высшей школы на экономику и развитие государства. Они нужны при планировании бюджета страны и оценке последствий тех или иных реформ в данной сфере. Модели среднего уровня важны для планирования учебного процесса вузов и оценки типа будущих специалистов. Здесь разделяются вузы, дающие прикладные и

фундаментальные знания, поскольку цели получения образования в этих вузах различны. Образование в прикладном вузе строится на принципах скорейшей окупаемости вложенных в него средств и направлено на формирование определенных знаний, навыков, умений. В вузах другого, фундаментального, типа образование ориентировано на долгосрочную перспективу, на привитие базовых знаний, умений и навыков и носит опережающий характер. В них необходимо научить студентов учиться, самим ставить и решать задачи. Модели микроуровня описывают собственно процесс обучения в конкретной группе конкретного вуза, отношения «педагог–обучаемый». Эти модели используют различные параметры социально-психологических наук, данные тестирования, социологические данные и др. Модели образовательных процессов, построенные проф. Е.А. Солодовой, обосновывают позиции по сохранению и развитию отечественной системы образования⁴. Для построения макромоделей важны и модели среднего уровня, и модели микроуровня.

В области синергетического моделирования и управления развитием образования высшей школы известны работы, проводимые в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. Так, в цикле работ, проведенных под руководством профессоров Г.Г. Малинецкого и С.А. Кащенко, выдвинута концепция образования как «создателя новых возможностей и ресурсов развития» для экономики в целом. Показано, что «для описания качественных эффектов в среднесрочной и долгосрочной перспек-

⁴ Солодова Е.А. Концепция модернизации высшего образования России на основе синергетического моделирования // Синергетическая парадигма. Синергетика образования. – М.: Прогресс-Традиция, 2007. – С. 418–432.

тиве достаточно следить за тремя ведущими переменными – объемом ресурсов, объемом производства, уровнем развития системы “наука + образование”. В системе выведенных уравнений, связывающих эти переменные, есть два ключевых параметра. Первый – время запаздывания, отражающее инертность всей экономической системы (если завтра мы начнем готовить специалистов гораздо лучше, чем сейчас, то на макроэкономическом уровне это начнет проявляться только через 3–5 лет). Второй параметр – уровень восприимчивости экономики к инновациям»⁵. Именно на этом параметре и было сконцентрировано внимание экономистов конца XX века.

Исследования, проведенные по этой модели в ИПМ РАН выявили существование некоторого порога по затратам на науку и образование. При затратах ниже порога имеющиеся ресурсы постепенно исчерпываются, недостаток ресурсов не позволяет иметь «задел» фундаментальных наук, обеспечивающих создание экономически эффективных высоких технологий. В этом случае макроэкономический рост невозможен, а средств на развитие науки и образования становится все меньше. При выделении средств на развитие науки и образования выше указанного порога возможен не только рост, но и изменение всего хода развития страны за счет перехода к высоким технологиям. Но эти расчеты, сделанные еще в середине 90-х годов, остались без внимания властей в РФ. Известный пример: на всю систему образования Российской Федерации в бюджете 1999 года было запланировано около 1 млрд долла-

ров, что меньше финансирования одного университета США. Если считать, что с системой образования связано около 50 млн человек, то такое финансирование составляет примерно 20 долларов в год на каждого. Поэтому все проекты реформы образования были ориентированы на сокращение затрат и не требовали дополнительных вложений.

Высшая школа, очевидно, должна отражать тенденции, которые только намечаются в структурном и техническом развитии передовых стран. В 70–80-е годы в нашей стране и других развитых странах она отражала тенденцию на централизацию и укрупнение предприятий, научных центров, управляющих структур. Основным действующим лицом на производстве был инженер, и высшая школа производила массовую подготовку инженеров в соответствии с планами развития тех или иных отраслей промышленности.

В настоящее время информационные и другие наукоемкие технологии сократили время «свежести» знаний, привели к росту разнообразия продукции, а значит, и к децентрализации управления. Крупнейшие компании развитых стран в своих стратегических планах часто опираются на инициативные проекты малых инновационных фирм. Активно избавляются от «грязных» и материалоемких и энергозатратных производств, которые все больше переносят в страны третьего мира. Все чаще фирмы направляют сотрудников на повышение квалификации или вовсе на изменение профессии, общество становится непрерывно обучающимся. Высшая школа западных стран приняла этот вызов и развивает процесс под лозунгом «образование через всю жизнь». Развиваются проекты «перехода ко всеобщему высшему образованию», в которых из-

⁵ Кащенко С.А., Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б., Митин Н.А., Ахромеева Т.С., Шакаева М.С. Математическое моделирование системы образования // Синергетика и методы науки. – СПб.: Наука, 1998. – С. 311–350.

менение экономической, технологической, образовательной среды дает гораздо больший эффект, чем при использовании традиционных подходов. Популярно в мире дистанционное образование. Университеты стремятся разнообразить формы и методы подготовки и профиля специалистов при сохранении высокого уровня образования. В связи с ростом инновационной экономики и развитием глобальных компьютерных сетей и телекоммуникаций возник новый, постиндустриальный подход к экономике и образованию. Пример – создание и бесплатное распространение операционной системы Linux, которая этой стратегией (фактически «дарения») смогла захватить значительную долю рынка, ранее монополизированного гигантской корпорацией Microsoft, а затем добиться исключительно высоких результатов в области коммерциализации собственного продукта и разнообразных приложений к нему. Можно сказать, Давид серьезно потеснил Голиафа. Но также в свое время действовал и сам Microsoft на рынке интернет-браузеров, заставляя целые страны защищать ее интеллектуальную собственность.

Российская система управления образованием эти вызовы времени уловила только на уровне внешних признаков. Примеров тут можно привести множество. Например, в ряде развитых стран существует разделение вузовского образования на бакалавриат и магистратуру. Для копирования этого у нас пришлось ломать учебные планы в вузах, считая, что за четыре года можно сформировать специалиста, а при его возможностях и желании, если он захочет поучиться еще два года, да еще и дополнительно оплатит это, он станет еще более образованным. А если не пойдет, то получим большую экономию средств. Амери-

канские бакалавры по своему уровню подготовки способны выполнять работу, эквивалентную для наших выпускников техникумов. Но если нам нужны такие специалисты, то логичнее не ломать учебные планы, тем более понимая бессмысленность этого, а развивать сеть техникумов, разваленную в настоящее время.

Придерживаясь неолиберального подхода, Минобрнауки РФ следует указаниям Всемирного банка и Организации по экономическому сотрудничеству и развитию, которые исходят из того, что образовательный и научный потенциал определяется уровнем национального богатства. Поскольку в этой части Россия стремительно сползает к уровню Египта, Мексики или Перу, то это фактически означает сокращение числа вузов примерно до пятидесяти, т. е. прозябание или ликвидацию интеллектуального и научно-технического потенциала страны. Хотя именно с его развитием и связаны надежды на возрождение страны. Модернизация сверху вводит новый принцип: «деньги следуют за учениками», затем пропагандирует «уход государства из образования», протаскивает в школьное образование чуждые российской культуре дисциплины, многократно насаждает ЕГЭ...

Потребности экономики в специалистах в РФ оценивают по среднесрочным статистическим данным, игнорируя долгосрочные перспективы. Долгосрочный прогноз при синергетическом подходе (то же при «системном подходе» и «стратегическом планировании») задается параметрами порядка, определяющими весь ход процесса. Кроме того, для построения перспективных моделей необходимо определение различных управляющих воздействий и потребляемых ресурсов.

Они в каждой стране и в разное время различны, поэтому создание моделей требует большой работы.

В российской цивилизации образование и научное мировоззрение являются системообразующими, они существенно более важны в нашем отечестве, чем в других цивилизациях. «В российской научной школе главной целью было – увидеть мир в целом, связать все явления друг с другом. В рамках этой цели главную роль играют фундаментальные междисциплинарные исследования. Это не случайно, можно сказать, что в этом тоже проявляется характерный для российского общества голографический эффект (“широта русской души” – стремление “объять необъятное”). Иными словами, в российской научной школе каждый крупный ученый не замыкался в своей специальности, а стремился быть сразу и физиком, и химиком, и биологом»⁶.

Обращаясь к системе образования на макроуровне, естественно исходить из понятия «уровень образованности» в качестве конечного продукта этой системы. Несколько развернем смысл этого параметра порядка. Уровень образованности человека определяет широту его сферы деятельности, позволяя соответствовать быстро меняющимся потребностям общества. Широту возможной деятельности обеспечивает междисциплинарность обучения, которая может быть достижима лишь на основе интеграции науки и образования, т. е. на основе фундаментальных знаний, полученных в вузе. Время узких специалистов ушло, решение большинства серьезных проблем требует совместных усилий, взаимных поддержки, творчества естественников, гума-

нитариев, инженеров, математиков, экспертов, руководителей.

Идеи междисциплинарности и фундаментальности образования нашли в рамках ГОС 2-го поколения отражение в виде естественно-научного цикла, который реализовывался в «непрофильных» вузах (Концепции современного естествознания, Основы естествознания, История науки и техники и др.)⁷. Естествознание – это неотъемлемый компонент культуры, определяющий мировоззрение человека. Научное мировоззрение обеспечивает восприятие достижений науки обществом и устойчивость к манипуляциям общественным сознанием. Считалось, что знакомство с миром природы и историей цивилизации в какой-то мере скомпенсирует односторонность личности, которая возникает, когда все усилия тратятся на освоение своей узкопрофессиональной сферы. Знакомство с естественно-научной картиной мира обогащает представления о мире природы, которая предстает не в виде аддитивного множества объектов и явлений, а в виде сложной системы взаимодействия частей и целого. Рациональный метод, сформировавшийся в естествознании, проникает и в гуманитарную область, и в общественную жизнь. В настоящее время обществу необходимо решать сложные задачи по выходу из многочисленных кризисов, это задачи балансировки между рисками и безопасностью. Через систему высшего образования специалисты разного профиля должны были получить представление о современной научной картине мира.

⁶ Цит. по: Чернавский Д.С. Синергетика и информация. Динамическая теория информации. – М.: Наука, 2002.

⁷ Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов. – 10-е изд. – М.: ИЦ «Академия», 2009. – 608 с.; Кожевников Н.М. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов. – 4-е изд. – СПб.: Лань, 2009. – 384 с.

С введением ФГОС 3-го поколения во многих вузах эта попытка выработки целостного мировоззрения о мире была исключена или сильно урезана. Разработчики преследовали узко прагматическую цель, аргументируя сделанное необходимостью четкой градации компетенций на общекультурные и профессиональные. И пусть в мировоззрении такого интеллектуального ремесленника сложным образом переплетаются элементы научного, житейского, религиозного и мистического миропонимания! Председатель НМС по физике Нобелевский лауреат академик РАН Ж.И. Алферов с горечью писал: «...реализация намеченных изменений в сфере образования идет по пути, далекому от современных тенденций подготовки кадров высшей квалификации в передовых странах мира. Эти тенденции – увеличение доли фундаментальных естественно-научных дисциплин, усиление элементов исследовательской работы и другие – обеспечивают выпускникам передовых вузов мира возможность быстрого отклика на результаты естественно-научных исследований, лежащих в основе новейших технологических решений... В этих условиях большинство российских студентов, изучающих физику в течение двух семестров в объеме менее 8-9 зачетных единиц, просто не сможет поступить и успешно учиться в аспирантуре престижных вузов. Результатом является неуклонное снижение рейтинга российской высшей школы. Аналогичная ситуация имеет место и в других направлениях высшего образования... Совершенно недопустимо исчезновение дисциплины “Концепции современного естествознания” (КСЕ) из учебных программ гуманитарных и социально-экономических направлений... Действующие ФГОС 3-го по-

коления дают достаточно степеней свободы для того, чтобы обеспечить качественную подготовку по физике и КСЕ, используя вариативную часть стандартов и внутривузовские составляющие учебных программ. Призываем Вас сплотиться в решении проблем преподавания физики и естественно-научных дисциплин. Научно-методический совет по физике готов выполнить функции центра интеграции всех позитивных идей и начинаний»⁸. Насколько известно автору, многие вузы воспользовались этими предложениями, сохранив естественно-научную составляющую в образовании и в рамках ФГОС-3. Более того, многие технические вузы ввели дисциплину КСЕ для некоторой компенсации низкого уровня естественно-научных знаний у выпускников школ.

При достаточном уровне образованности человек способен действовать самостоятельно в ситуации неопределенности. И чем более широким спектром возможных способов деятельности он владеет, тем основательнее выбор одного из таких способов. Обоснование этого выбора означает наличие развитого нелинейного мышления студента, которое обеспечивается знанием современных достижений науки. Кроме того, способность действовать самостоятельно предполагает саморазвитие обучающегося, его непрерывное самообразование, поскольку ситуации неопределенности все время меняются и нельзя к ним приспособиться. Поэтому способность студента воспроизвести в учебной ситуации большой объем сложного по своему содержанию материала нельзя считать признаком высо-

⁸ Цит. по: Алферов Ж.И. Обращение к ректорам российских вузов // Бюллетень Научно-методического совета по физике. – № 4 / сост. Н.М. Кожевников. – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2012. – С. 3–5.

кого уровня его образованности. Уровень образованности предполагает творческий, неперепроductивный характер обучения, направленный, в частности, на обучение студента осуществлять самостоятельно выбор (варианта решения задачи, варианта создания устройства, варианта формулировки вопроса и т. д.).

Уровень образованности, выбранный в качестве параметра порядка, означает грамотный выбор пути. Самостоятельное осуществление выбора предполагает принятие на себя ответственности за сделанный шаг. В мире сложной системы современной техносферы резко повышаются требования к профессиональной подготовке и человеческим качествам как специалистов, так и широкого круга рядовых исполнителей. Их локальные действия могут вызвать глобальные последствия. Ответственность за принятое решение – это усиление воспитательного потенциала системы образования.

Проводимая модернизация образования в России требует разработки и внедрения новых методов и форм обучения, а также структурных преобразований. Уровень подготовки выпускников школы катастрофически снижается, возможности расширения образования минимизируются, убивается любопытство, а требования рынка вселяют сиюминутную озабоченность. «Хочу уметь» заменяется современным: «Хочу иметь». Требования ФГОС-3 противоречивы, число аудиторных часов на дисциплины блоков ЕН и СД снижено под разговоры о переходе в образовании к «компетентностной модели», новым технологиям формирования и развития «системно-креативного» мышления. Реально же копируется ущербная модель образования согласно стратегической линии, ко-

торую на одном из селигеровских форумов озвучил бывший министр образования и науки А. Фурсенко, заявив, что воспитывать нужно квалифицированных потребителей, а не творцов. Даже в Болонских решениях записано о необходимости сохранения национальных традиций, а традиции образования – это генетический код нации. Непонятно, что говорят, что «если нужно работать по правилам, справится человек европейской или американской культуры, если задача сложна и требует много вычислений, нужно обратиться к индусу или китайцу. Но если задача кажется невыполнимой, то русский человек найдет выход и решит ее оптимальным путем».

В ближайшие пять-семь лет будет происходить отбор и выбор ведущих технологий в следующей кондратьевской волне до середины XXI века. Эти технологии определяют положение той или иной страны в мире. По оценкам теории, предложенной В.А. Садовничим и А.А. Акаевым, «необходимо управление структурными сдвигами, корректировка пропорций, характеризующих вклад различных отраслей в экономику страны. С этой точки зрения, акцент должен быть сделан на обрабатывающей промышленности и сфере высоких технологий»⁹. Но будут ли у нас к тому времени образованные российские граждане и грамотные инженеры для работы в промышленных предприятиях шестого технологического уклада? Осталось подождать еще пару лет, когда рабочие места начнут повсеместно занимать участники эксперимента над образованием России, который уже и не эксперимент, но реальность, данная нам в ощущениях.

⁹ Акаев А.А., Садовничий В.А. О новой методологии циклического прогнозирования развития мировой системы в России // Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики. – М.: Изд-во АКИ/URSS, 2010. – С. 5–69.

Литература

Акаев А.А. О новой методологии циклического прогнозирования развития мировой системы в России / А.А. Акаев, В.А. Садовничий // Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики. – М.: Изд-во АКИ/URSS, 2010. – С. 5–69.

Алферов Ж.И. Обращение к ректорам российских вузов / Ж.И. Алферов; сост. Н.М. Кожевников // Бюллетень Научно-методического совета по физике. – № 4. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 84 с.

Буданов В.Г. Методология синергетики в постнеклассической науке и в образовании / В.Г. Буданов. – М.: Издательство АКИ, 2007. – 232 с.

Буданов В.Г. Синергетическая методология / В.Г. Буданов // Вопросы философии. – 2006. – № 5.

Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов / Т.Я. Дубнищева. – 10-е изд. – М.: ИЦ «Академия», 2009. – 608 с.

Кожевников Н.М. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов /

Н.М. Кожевников. – 4-е изд. – СПб.: Лань, 2009. – 384 с.

Кащенко С.А. и др. Математическое моделирование системы образования / С.А. Кащенко, Г.Г. Малинецкий, А.Б. Потапов, Н.А. Митин, Т.С. Ахромеева, М.С. Шакаева // Синергетика и методы науки. – СПб.: Наука, 1998. – С. 311–350.

Малинецкий Г.Г. Чтоб сказку сделать былью...: Высокие технологии – путь России в будущее. Изд. стер. / Г.Г. Малинецкий. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014 – 224 с.

Синергетика: Будущее мира и России / Под ред. Г.Г. Малинецкого. – М.: Изд-во АКИ, 2008. – 384 с.

Солодова Е.А. Концепция модернизации высшего образования России на основе синергетического моделирования / Е.А. Солодова // Синергетическая парадигма. Синергетика образования. – М.: Прогресс-Традиция, 2007. – 592 с. – С. 418–432.

Чернавский Д.С. Синергетика и информация. Динамическая теория информации / Д.С. Чернавский. – М.: Наука, 2001. – 244 с.