

УДК 001.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУКАХ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОТЕХНИКИ

А.И. МоховИнститут государственного
управления, права и инновационных
технологий

Понятие модели в естественных науках подразумевает совокупность представлений, понятий или выводов, которые в нашем сознании связываются с рассматриваемым явлением и, позволяет не только объяснить наблюдаемые факты, но и прогнозировать их. Применяемый в естественных науках системный подход постепенно дополняется комплексным подходом, что позволяет говорить о новом представлении объектов исследования и о решении задач с элементами новизны. Опыт применения комплексного подхода позволил сформулировать определение комплексотехники – научнотехнической дисциплины, изучающей технические, организационные, управленческие и экономические комплексы и являющегося средством комплексного объединения систем. Применение моделей комплексотехники позволяет решать исследовательские задачи в естественных, технических и гуманитарных науках.

Ключевые слова: естественные науки, комплекс, комплексный подход, комплексные системы, комплексотехника, комплексная среда взаимодействия, моделирование, нагруженные системы, системный подход, системотехника.

Известно, что естественные науки изучают явления, процессы и объекты материального мира. К данным наукам относятся физика, химия, геология, биология и другие подобные науки, обеспечивающие процесс изучения фундаментальных законов развития природы и Вселенной в целом [3]. При этом «естественность» определяется изначальным отсутствием в исследуемом объекте аспекта человеческой деятельности. В исследованиях применяют традиционные «исследовательские» эмпирические (наблюдательные) и логические компоненты, поскольку любая другая деятельность по развитию объекта «лишает» исследование «объективности», изменяет закономерности функционирования объекта. Однако познание функ-

MODELING STUDIES IN THE NATURAL SCIENCES ON THE BASIS OF COMPLEXOTECHNICS

A.I. Mokhov

The concept of models in the natural Sciences involves a set of ideas, concepts, or conclusions, which in our minds associated with this phenomenon and allows not only to explain the observed facts, but also to predict them. Used in the natural Sciences systematic approach in the research of natural Sciences gradually complemented by a comprehensive approach that allows to speak about a new representation of the objects of study and of problem solving research with elements of novelty. Experience a holistic approach has enabled us to formulate a definition complexotechnics - tool complex integration of systems, scientific discipline that studies the technical, organizational, managerial and economic systems. The use of models complexotechnics allows to solve research problems in all fields of knowledge. The article shows examples of the application of models complexotechnics in the sphere of public services in the field of project management in the it industry. Model complexotechnics thus become decisive in fixing material changes in the human environment, i.e. changes that are measured in the natural Sciences.

KEYWORDS: complexotechnics, natural Sciences, an integrated approach, complexotechnics, modeling, systems approach, systems engineering.

ционирования и развития объекта становится основой влияния человека на развитие объекта в выгодном для себя направлении, что приводит к постоянному изменению объекта, за счет фиксации «следов» деятельности на объекте [4], формируя «память» объекта для последующего этапа его исследования. Таким образом, важным моментом для начала исследования становится определение существующих следов деятельности на объекте исследования и/или определение готовности объекта к фиксации следа деятельности. Причем «следы» осуществленной или будущей деятельности задают модель объекта, отвечая на вопрос «что это?» и «зачем это?». Привлечем модель Эйлера-Венна в качестве исходной для создания моде-

ли комплексного объединения систем. Модель представляет собой геометрическую схему для наглядного представления отношений между множествами [18]. При этом, множество изображается как окружность, а в каждом множестве содержится набор функций, как общих для каждой системы в месте пересечения, так и отличающихся от другой системы. На рис. 1 приведены система 1 – множество функций системы-объекта, а система 2 – множество функций системы-субъекта. Важным представляется обмен требуемыми функциональными ресурсами между системами.

Материальные следы деятельности системы-субъекта на системе-объекте фиксируются в процессе их взаимодействия (рис. 1). Допустим, что имеем две системы, причем система 1 – система-субъект, а система 2 – система-объект. Допустим, также, что имеем группу M функций системы 1: $i \in M \subset S$ и группу функций N системы 2: $i \in N \subset S$ внутри множества $S=M+N-i$, где i – группа функций, являющихся общими для системы 1 и системы 2. Тогда функциональный ресурс системы 1 и 2 увеличивается до значения $M+i$ и $N+i$ соответственно.

В отличие от «системного» объединения систем, при котором функции в процессе объединения суммируются и образуется система, описываемая множеством $S=M+N-i$, при комплексном объединении образуется комплекс, описываемый множеством $S=M+N+i$. Стрелками показан обмен функциональным ресурсом в процессе взаимодействия систем. Здесь и далее под функциональным ресурсом системы будем понимать совокупность материальных, энергетических, информационных и других запасов, предназначенных для выполнения функции и включенных в состав системы.

Анализ представленной на рис. 1 модели показал наличие набора составных моделей, являющихся новыми объектами исследования: комплекс, комплексные системы, нагруженные системы, комплексная среда взаимодействия.

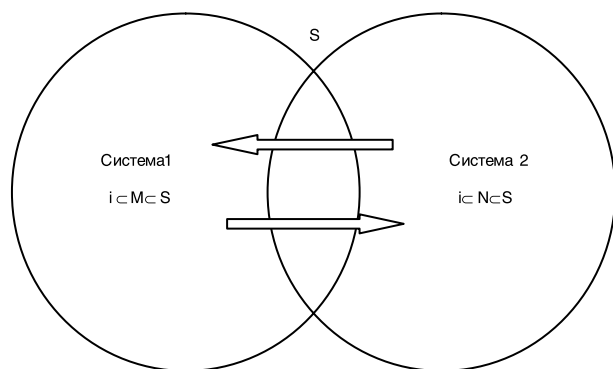


РИС. 1.
Модель комплексного объединения системы-объекта и системы-субъекта

Термин «комплексная система» достаточно давно и часто используется в научной литературе, например [22], однако до настоящего времени не определено место этого феномена среди аналогичных объектов, таких как «система» и «комплекс». Опираясь на разработанное ранее определение комплекса [7], как группы из двух (рис. 1) систем с противоположными целями функционирования, можно предположить, что комплексная система – это система, включившая в свой состав функциональный ресурс этой системы (этих систем) при взаимодействии и использующая этот ресурс в своих целях (рис. 2).

На рис. 2 показано, как при окончании взаимодействия часть «системы-субъекта» с соответствующим функциональным ресурсом остается в составе «системы-объекта». Эту ситуацию легко реализовать на практике, например, установив систему контроля доступа, которая ограничит проникновение нежелательных для хозяина лиц в помещение в отсутствие хозяина. Хозяина в помещении нет, но его функция «ограничения входа в помещение» реализуется применением созданных и установленных им механизмов. Таким образом, комплексная система-объект формирует объединенный функциональный ресурс, который обладает синергетическим эффектом, возникающим обычно при взаимодействии систем в составе комплекса, модель которого представлена на рис. 3.

Приведем некоторые характеристики объединения систем в комплекс, определяющие запас ресурса «системой-объектом»:

- площадь взаимного пересечения (проекция) систем друг на друга;
- расстояние систем друг от друга – длина линии взаимодействия (связи), объединяющая центры проекций систем друг на друга;
- эта же линия является высотой цилиндрической фигуры, ограничивающей комплексную среду взаимодействия систем;



РИС. 2.
Модель комплексной системы-объекта

– если после взаимодействия система-субъект оставляет часть своего ресурса системе-объекту, важной характеристикой получающейся комплексной системы становится объем ресурса, включенного комплексной системой в свой состав.

Таким образом, комплексная система приобретает свойство, основанное на механизме объединения систем и позволяющее после взаимодействия и «отделения» от комплексной системы, находившейся с ней в комплексном объединении, автоматически интегрироваться в дальнейшем с ней же или с ей подобной. Деятельность по стыковке и интеграции комплексных систем в единое гармоничное целое осуществляется с применением комплексотехники [8]. Комплексотехника базируется на исследовании функционирования отдельной системы в составе комплекса [7], положенного в основу теории нагруженных систем [8].

Рассмотрим прикладное применение моделей комплексотехники по аналогии с применением системного подхода, реализуемого системотехникой.

Известно, что задачу создания (проектирования, строительства, формирования) технических систем (ТС) до сих пор решали с использованием системотехники [10]. Это средство является основным и для системных интеграторов, объединяющих системы в систему более крупную – метасистему.

В последнее время названная задача получила новое методологическое средство для своего решения – комплексотехнику. Для выявления различий между методологическими подходами к решению задачи проведем сравнительный анализ системотехники и комплексотехники.

Согласно [21], системотехника – деятельность по стыковке и интеграции частей инженерной системы в единое целое. Именно эта деятельность определяет в конечном итоге специфику системотехники, ее си-

стемный характер и ее эмерджентные свойства, которые исходят из того, что целое обладает новыми качествами, отсутствующими у его элементов. При этом критерий эффективности любой системы задается системой более высокого уровня, чем рассматриваемая.

Главное в системотехнике – видение системы в целом и правильное определение цели ее функционирования, структуры, критериев ограничений, внешних и внутренних связей, а также объединение, укрупнение частей системы (агрегирование) для более общего анализа ситуации. При этом системотехнику можно определить и как науку о формировании связей (отношений) и управления ими.

Термин «системотехника» возник в 1950–1970 годах в связи с развитием разных автоматизированных систем проектирования, управления, планирования и др. [21]. В Большой советской энциклопедии (1976) Н.П. Бусленко определяет системотехнику как научно-техническую дисциплину, в Энциклопедии кибернетики (1975) В.И. Скурихин выделяет системотехнику как направление в кибернетике. Общей методологией системотехники является системный подход.

В работе [21], посвященной строительной системотехнике, системотехнику рекомендуют понимать как научно-техническую дисциплину, изучающую технические, организационные, управленческие, экономические и другие строительные системы и межсистемные связи, взаимодействующие достижению конечного результата. Таким образом, предполагается, что общая цель (конечный результат деятельности) достигается объединением целей интегрированных этой деятельностью систем-элементов. Такой подход определил выбор общей теории функциональных систем в качестве методологической основы строительной системотехники.

Системотехника к настоящему времени получила широкое распространение. Однако ее особенность объединять только системы с однонаправленными целями не позволяет применять системотехнику в тех ситуациях, когда требуется объединять системы, имеющие противоположные цели. Интеграция таких систем проходит по существенно другим законам, поскольку, если одна из систем имеет целью «производство» ресурса, а другая – «уничтожение» (потребление) этого ресурса, то их объединение не позволяет получить эффективного преобразования потока ресурса при их совмещении в единой производственной цепи. Примером такого объединения может служить интеграция технической системы (ТС) с организационной системой (ОС), являющейся потребителем услуг технической системы.

Сравнительный анализ принципов, заложенных в основу каждого из подходов к ситуации создания проектов интеграции ТС в рамках системотехники, а также ТС и ОС в рамках другой научно-технической дисциплины – комплексотехники, – дает следующий результат.

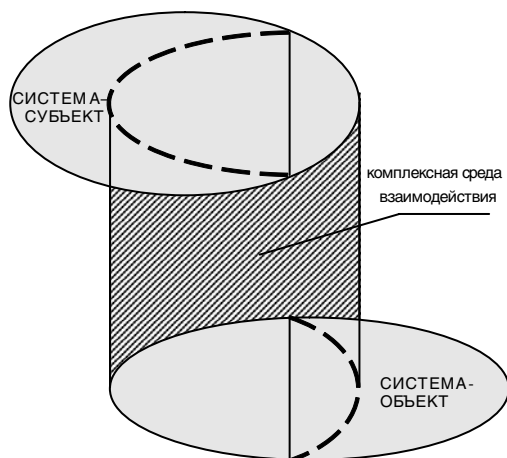


Рис. 3.

Модель объединения системы-объекта и системы-субъекта в комплекс

Известно [8], что использование принципа системности предполагает следующее:

- целостный характер объектов внешнего мира и предметов познания;
- взаимосвязь элементов любого объекта (предмета или процесса) и данного объекта со множеством других объектов;
- динамическую природу любого объекта;
- функционирование и развитие любого объекта в результате взаимодействия с окружающей средой при примате внутренних закономерностей объекта (его «самодвижения») над внешним воздействием.

Таким образом, системотехника в качестве объекта исследования имеет систему-объект, независимо от того, является эта система технической или организационной. Субъект познания (например, инженер-системотехник) отделен от объектов внешнего мира и предметов познания и на них влияния не оказывает.

В свою очередь, использование принципа комплексности предполагает следующее:

- нарушение целостности объектов внешнего мира как таковых за счет субъекта познания при одновременном создании целостности объединения объектов внешнего мира и предметов познания и субъекта познания в процессе познания;
- взаимосвязь элементов любого объекта (предмета или процесса) и элементов данного субъекта;
- согласование динамики развития любого объекта с каждым в процессе взаимодействия с субъектом;
- функционирование и развитие любого объекта в результате взаимодействия с субъектом и развитием этого субъекта.

Тем самым, комплексотехника в качестве объекта исследования имеет систему-объект и систему-субъект в их взаимосвязи, независимо от того, являются эти системы техническими или организационными. Субъект познания (инженер-комплексотехник), с одной стороны, отделен от объектов и субъектов внешнего мира и предметов познания, а с другой стороны, выступая самостоятельным субъектом внешнего мира, оказывает влияние на их взаимодействие. При этом комплексотехника становится средством комплексного объединения систем с сохранением целостности их объединения.

Согласно [11], комплексотехника – деятельность по стыковке и интеграции систем в единое целое. Именно эта деятельность определяет в конечном итоге специфику комплексотехники, ее комплексный характер, ее эмерджентные свойства, которые исходят из того, что целое обладает новыми качествами, отсутствующими у его элементов. При этом критерий эффективности любой системы задается другой системой, находящейся с ней в комплексном объединении. Также комплексотехнику можно определить как науку о формировании взаимодействий (процессов) и управления ими.

Термин «комплексотехника» возник в конце прошлого века в связи с развитием систем автоматизи-

рованного проектирования в строительстве [7] и формированием направления исследования автоматизированных систем в зданиях и сооружениях, связанного с практикой создания «интеллектуальных зданий». В работе [8], посвященной строительному переустройству, комплексотехнику рекомендуют понимать как научно-техническую дисциплину, изучающую технические, организационные, управленческие и экономические комплексы. Как и в системотехнике, предполагается, что общая цель (конечный результат деятельности) достигается объединением целей интегрированных этой деятельностью систем-элементов.

Однако, в отличие от системотехники, эти цели – изначально противоположные и при простой системной интеграции компенсировали бы друг друга. Поэтому каждая из взаимодействующих систем рассматривается как включенная в процесс «производство-потребление» разнородного ресурса, необходимого и достаточного для развития каждой из систем. Такой подход базируется на понятии «комплекс», разработанном в [7] и определенном как объединение из двух (рис. 1) взаимодействующих систем с противоположными целями функционирования. После прекращения взаимодействия каждая из этих систем оставляет на другой «след» своего воздействия [7] и не может быть отнесена в полной мере к системе в традиционном понимании, поскольку нарушается системный принцип, определяющий функционирование и развитие любого объекта в результате взаимодействия с окружающей средой при примате внутренних закономерностей объекта (его «самодвижения») над внешним воздействием. В «системе после взаимодействия» набор внутренних закономерностей дополняется некоторыми из внешних и примат внутренних закономерностей требует как минимум подтверждения.

Итак, основное отличие подхода системотехники от подхода комплексотехники состоит в том, что системотехника создает ТС в отрыве от ОС, в которую эту ТС встраивают после создания, а комплексотехника строит ТС одновременно и совместно с ОС. Таким образом, комплексотехника создает ТС в полном соответствии с ОС, что не требует переустройства ТС в процессе эксплуатации. И это один из основных выводов статьи – для удовлетворения потребителей проектировать нужно не просто системы, а комплексные системы.

Применение моделей комплексотехники в исследованиях, относимых по классификации к техническим и гуманитарным наукам, подтвердило и показало возможности комплексного подхода в новом представлении объектов исследования и в решении задач исследования с элементами новизны [1, 2, 5–7, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 23].

Покажем на примере применения моделей комплексотехники в области обработки документации, разницу в системном и комплексном подходах.

В области обработки документации к настоящему времени разработаны базовые модели системы обработки документации с аббревиатурой КСОД и СОДД.

КСОД – комплексная система обработки документации [24], созданная на основе системного подхода и базирующаяся на основе реализации следующих принципов:

1. КСОД работает с формой документов.
2. Базовый цикл процесса обработки определяет типологией технологических переделов, которые охватывают цикл жизни документа.
3. Универсальность КСОД как средства обработки документов достигается за счет инвариантности технологических переделов в цикле, а, следовательно, предполагает возможность стыковки организационно-технических средств, обеспечивающих процесс обработки, при изменении их положения в цикле.
4. Анализ графической документации может быть проведен на основе аппарата теории информации с последующим применением процедуры автоматизации.
5. Выбран принцип устойчивости системы, обеспечивающий также ее выживаемость – жесткость системы за счет применения процедуры контроля на каждом этапе обработки.

На рис. 4 представлен комплекс обработки документации, состоящий из объединения системы «документы» и системы «потребители и пользователи документов». Пересечение систем определяет положение комплексной системы обработки документов. Стрелками показан обмен функциональным ресурсом в процессе взаимодействия систем. Документы в КСОД представлены следующими составляющими: «сообщение», «язык», «текст», «документ». Технологические переделы КСОД включают такие переделы, как «лингвистическая квалиметрия», «формирование», «накопление», «хранение», «поиск», «выдача», «воспроизведение», «изменение и/или замена», «передача», «замена».

Таким образом, КСОД обобщила в своей модели все возможные формы настоящих и будущих докумен-

тов, порождаемых и потребляемых потребителями и пользователями этих документов.

СОДД – система обработки документированных данных (ДД) [7], создана на основе базового цикла обработки документированных данных, включающего в себя три процедуры: процедуру распознавания ДД, процедуру обработки ДД, процедуру хранения ДД. Причем названные процедуры реализуются как комплексные, поскольку каждая взаимодействует со своей составляющей объекта обработки: с параметрами документированных данных, всеми уровнями документированных данных (включая информационную модель документа, и собственно документированные данные. В отличие от КСОД включает в обработку неоформленные данные, в том числе несущих будущие технологии обработки, осуществленные природой в ее проявлениях и зафиксированные в форме следов, но не освоенные к настоящему времени обществом. Такой подход к построению базовой модели СОДД позволяет проводить с ее применением исследования в естественных науках.

По изложенному материалу можно сделать следующие выводы.

1. Понятия, возникшие при исследовании комплексного подхода, такие как комплекс, комплексная система, нагруженные системы, комплексная среда взаимодействия систем, требуют дальнейшего исследования и определения.

2. Примеры применения моделей комплексотехники позволяют расширить подход к проектированию как к виду деятельности: можно говорить о проектировании, ориентированном на создание систем с лучшими техническими параметрами и о проектировании, ориентированном на достижение требуемых потребительских характеристик создаваемых систем.

3. Исследования в естественных науках требуют работы с данными, т.е. должны быть обеспечены средствами исследования, основанными на базовой модели системы обработки документированных данных.

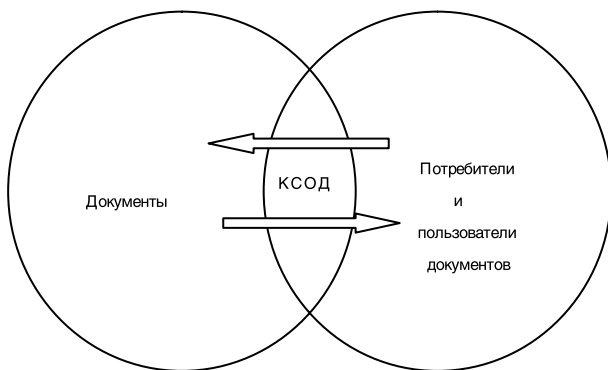


Рис. 4. Модель комплекса обработки документации

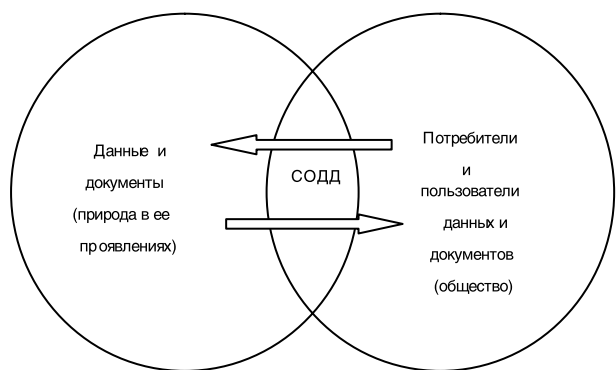


Рис. 5. Модель комплекса обработки данных и документации (СОДД)

ЛИТЕРАТУРА

1. АРИСТОВА Л.В., ГОНЧАРЕНКО Л.П., МОХОВ А.И. Комплексный объект инвестирования в сфере физической культуры и спорта // Вестник Государственного ун-та управления. Сер. «Развитие отраслевого и регионального управления». 2007. № 6(6). С. 41–42.
2. АРИСТОВА Л.В., МОХОВ А.И., АРТАМОНОВА Л.С., КОСТРЮКОВА Н.Н. Оценка возможностей компании, получившей инвестиции для обустройства комплексного объекта инвестирования новыми функциями // Вестник Государственного ун-та управления. Сер. «Развитие отраслевого и регионального управления». 2008. № 11(6). С. 17–19.
3. ВЕРНАДСКИЙ В.И. Собрание сочинений. В 24 т / Под ред. Э.М. Галимова. М.: Наука, 2013.
4. КОТЕЛЬНИКОВ С. И. Методология макетного проектирования // Тез. докл. республ. школы-семинара. Дилижан, 1986. С. 68 – 72.
5. ЛАТЫШЕВ Г.В., ЛАТЫШЕВ К.В., ЧУЛКОВ В.О., МОХОВ А.И. Инфографическое моделирование систем автоматики на основе системотехники их элементов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2012. Т. 8. №1. С. 3–9.
6. МИХАЙЛОВ Е.Ф., ГОНЧАРЕНКО Л.П., МОХОВ А.И. Особенности развертывания социально-экономических систем в комплексы // Глобальная безопасность. 2005. №3.
7. МОХОВ А.И. // Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. М. 1997.
8. МОХОВ А.И. Системотехника и комплексотехника строительного переустройства // Переустройство, Организационно-антропотехническая надежность строительства. М.: СВР-АРГУС, 2005. С. 129–163.
9. МОХОВ А.И. Комплексотехника взаимодействия элит // Интернет-журнал «Науковедение», 2010, № 2(3).
10. МОХОВ А.И. Комплексотехника в технических системах // Сб. трудов, посвященных 70-летию кафедры «Системное моделирование и инженерная графика» под ред. А.В. Силуянова. М.: РИК им. Русанова, 2010. С. 140–146.
11. МОХОВ А.И. Отличие в подходе системотехники и комплексотехники к созданию технических систем // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2011. Т. 7. №1. С. 41–44.
12. МОХОВ А.И. Комплексотехника в формировании интеллектуальных кластеров // Интернет-журнал «Науковедение». 2013. №6 (19).
13. МОХОВ А.И., КОМАРОВ Н.М., МОХОВА Л.А., ПАВЛОВ А.А., САФРОНОВ В.М., ЧУЛКОВ В.О. Инновационное инфографическое моделирование. Институт государственного управления, права и инновационных технологий. М., 2011. 134 с. Библиогр.: С. 130–133.
14. МОХОВ А.И., КОНДРАТОВИЧ И.В. Комплексотехника взаимодействия элит в регионе // Философская инноватика и междисциплинарные проблемы государственного управления в современной России / Отв. ред. проф. А.М. Старостин. Ростов н/Д.: Изд. СКАС, 2010. С. 510–518.
15. МОХОВ А.И., ЛЮБИМОВ М.М., МАСТУРОВ И.Я. Интеллектуализация здания как основа системы комплексной системы безопасности жизнедеятельности // Профессионалы. Комплексная безопасность. 2005. № 2. С. 130–134.
16. МОХОВ А.И., ШИКИН И.А. К вопросу о капитализации объекта недвижимости // Управление инвестиционно-строительным и жилищно-коммунальным комплексами: Международный сб. науч. трудов / Под ред. В.О. Чулкова. М.: МГ АКХИС, 2010. С. 390–394.
17. МОХОВА А.И., ШУШКЕВИЧ Н.А., КРУПСКИЙ А.Ю., НУРГАЗИЕВА А.С. Экспертиза проектов на основе информационной модели // Интернет-журнал «Науковедение». 2010. № 3(4).
18. Развитие идей Леонарда Эйлера и современная наука. Сб. статей. М.: Наука, 1988. 525 с.
19. САФРОНОВ Н.М., ШЕСТОВ А.Г., ИВАНОВА Н.В., МОХОВ А.И. Комплексотехника управления инновациями в сфере образования // Вестник Ассоциации вузов туризма и сервиса. 2013. № 1. С. 82–86.
20. СИЛУЯНОВ А.В., ЛАТЫШЕВ Г.В., ЛАТЫШЕВ К.В., МОХОВ А.И. Комплексотехника переустройства систем автоматизации «интеллектуального здания» // Электротехнические и информационные комплексы и системы. Т. 8. 2012, №1. С. 10–13.
21. Системотехника / Под ред. А.А. Гусакова. М.: Фонд «Новое тысячелетие». 2002.
22. ТЕОДОРОВИЧ Н.Н. Основы теории комплексных систем безопасности // Инженерная физика. 2010. №7.
23. ФИЛИЧЕВА Е.В., НЕСВЕТАЙЛОВА С.В., МОХОВА Л.А., МОХОВ А.И. Особенности инвестирования в инфраструктурные комплексы: инфраструктурный дизайн // Труды ИСА РАН. 2009. Т. 49. С. 144–152.
24. ЧУЛКОВ В.О. Методические рекомендации по комплексной обработке документации: системотехнические проблемы. М.: ЦНИИпроект, 1983. 283 с.
25. ЩЕДРОВИЦКИЙ Г.П. Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектирование (теория и методология). М.: Стройиздат. 1975.

Андрей Игоревич Мохов,
д.т.н., профессор, проректор Института государственного управления права и инновационных технологий

109004, г. Москва, ул. Александра Солженицына, д. 13,
тел.: +7 (495) 912-06-46, e-mail: anmokhov@mail.ru