

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

С.А. Батугин, С.М. Ткач, Н.С. Батугина, В.Л. Гаврилов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук, Россия.

Предложена модель сложной динамической системы освоения георесурсов, состоящая, в свою очередь, из трех также сложных подсистем: «Георесурсы», «Технологическое преобразование георесурсов в продукты и потенциальные ресурсы» и «Результат, продукт, эффекты разного критериального происхождения и уровня». Система и подсистемы характеризуются своей собственной внутренней и внешней средой, морфологией и характерными свойствами. Предлагаемый подход позволяет полнее понять глубину важнейших взаимосвязей и взаимодействий подсистем и их элементов в рамках общей системы и показать резервы повышения эффективности её функционирования.

В настоящее время широко декларируется целесообразность, необходимость и возможность использования при решении разнообразных научно-технических проблем методов системного анализа, представляющих собой наиболее общий подход к исследованию объекта с учетом его целостности. Существуют десятки различных определений понятия «система», используемых в зависимости от контекста, области знаний и целей исследования (Й. Шумпетер, А. Шпитхоф, Д.М. Гвишиани, Н.Д. Кондратьев, Г. Хакен, И. Пригожин, В.Б. Занг и др.).

В конце 70-х - начале 80-х годов 20 века теория и практика системного анализа в горной промышленности получила интенсивное развитие. Состоявшееся обсуждение по проблеме системного подхода в горном деле (ИПКОН АН СССР, ГоИ КНЦ АН СССР, ВИМС, ВИЭМС, ЦНИГРИ, МГИ, МГРИ и др.) явилось ответом на недостаточность научных представлений о горном предприятии, функционирование которого обусловлено целенаправленным и взаимообусловленным взаимодействием всех его элементов и сторон деятельности. Однако, до настоящего времени остаются дискуссионными важнейшие проблемы повышения эффективности использования системного подхода и системного анализа к управлению в горнодобывающей промышленности, а углубляющийся разрыв между системным характером горного производства и глубоко дифференцированными горными науками понимает всё более широкий круг ученых и практиков.

А. М. Курносковым, А. С. Астаховым, А. С. Бурчаковым, Б. М. Воробьевым, А. И. Кузнецовым, В. А. Харченко, Е. И. Роговым и др. дано развитие системного анализа горнодобывающих предприятий при применении различных форм моделирования, приводятся свойства систем горного производства: необратимость; многовариантность; вероятностный характер поведения; иерархический принцип организации; многоцелевое поведение; отсутствие четких границ и выделение их чаще всего по различным локальным признакам; тесная взаимосвязь людей, окружающей среды, машин, агрегатов и т.д.; установление связей с другими подсистемами; искусственность управления системами, созданными обществом для достижения своих целей; нестационарность с медленно изменяющейся структурой производства и технологий. Вместе с тем отмечается, что горная система не поддается целенаправленному многократному эксперименту и невозможно создать горное предприятие, моделирующее систему [1-3]. На основе обоснованной необходимости применения системного подхода к горнодобывающей промышленности с позиций проектирования [1] установлено, что помимо специфических частных явлений экономического и технического характера, по-разному проявляющихся на каждом конкретном предприятии, существуют общие для всех случаев явления, раскрывающиеся в правилах создания и управления работой карьеров как сложных систем определенного класса. Показано, что эти явления наблюдаются в формах законов формирования карьерного пространства, вероятностного характера исходных данных и принимаемых решений, целостности проектируемых систем, постоянно усложняющихся в про-

странстве и времени. Л. Капольи отмечает [2], что: «...для правильной оценки производственных процессов, связанных с использованием минерального сырья, целесообразно использование такого подхода, при котором разведка, добыча, переработка в конечный продукт, а также использование минерального сырья рассматриваются в рамках единой вертикально организованной системы». Необходимость применения системного анализа горного производства показана Н.Н. Мельниковым и Н.Н. Чаплыгиным [3]: «... вследствие интенсивного роста объемов добычи ... значительно повысилась сложность принятия решений по управлению горным производством на всех уровнях ... , рост сложности опережает развитие инженерных знаний традиционного содержания. Все большее значение в принятии решений приобретает учет системного характера функционирования горнодобывающих предприятий ...». Данное утверждение, остается методологически важным и в настоящее время, приобретая новую актуальность, в том числе, вследствие роста числа факторов, усложняющих работу предприятий горнопромышленного комплекса

В предложенной в 1997 г. классификации горных наук [4], основной методологической установкой которой явилось междисциплинарное взаимодействие, направленное на решение проблем комплексного освоения и сохранения недр, впервые появилась новая группа горных наук «горная системология», объединяющая теорию проектирования освоения недр, экономику освоения георесурсов, горную экологию и горную информатику, т.е. науки «изучающие закономерности развития геосистем и выявляющие последствия освоения недр для общества и природы». Новое для области горных наук понятие «геосистема» определено как «совокупность природных и искусственно созданных объектов, несущих в себе свойства системы, создаваемой и используемой в целях освоения недр». Геосистема призвана охватывать представления о производственных, природно-технических, территориальных, социально-экономических и другого характера объектов освоения ресурсов недр. Системный подход к использованию минерального сырья предусматривает совместный учет процессов разведки месторождений, их разработки и переработки сырья.

В 2000-2010 гг. появился широкий спектр статей, освещающих развитие горнодобывающего предприятия как системы поэтапного преобразования минеральных ресурсов. В работах Ю.П. Ампилова, А.Е. Воробьева, Н.В. Галкиной, А.А. Герта, И.Л. Гуменик, Б.Б. Злобина, В.В. Истомина, Ф.Д. Ларичкина, Э.Ю. Мещерякова, И.Н. Мищукова, В.П. Некрасова, В.В. Панченко, С.М. Рахимбекова, А.В. Сокольского, В.Ф. Столярова, В.Н. Сытенкова, М.Т. Уклебаева, С.А. Филиппова, В.Г. Харитоновна и др. рассматриваются различные методы системного анализа, начиная от изучения технико-экономических обоснований инвестиционных проектов и проектирования горнотехнических систем до эффективной эксплуатации созданных организационно-технологических схем. Отмечается необходимость учета в реальном управлении горным предприятием системных оценок на основе обобщающих критериев эффективности системы; доказывається необходимость рассмотрения карьера в качестве составной иерархически организованной части природно-промышленной системы «месторождение–карьер», в которой количество уровней управления определяется масштабом и сложностью строения месторождения и производственной мощностью предприятия; обобщаются вопросы происхождения и развития (генезиса) горнопромышленных систем.

Правильная оценка потенциала месторождения, эффективность его освоения при условии устойчивого функционирования создаваемого или действующего горного предприятия требует владения знаниями в таких областях, как:

- 1) геология и оценка запасов;
- 2) технология разведки, опробования, добычи и переработки полезных ископаемых;
- 3) теория и практика оценки эффективности капитальных вложений, инвестиционного анализа проектов и принимаемых управленческих решений;
- 4) теория и практика проектирования и строительства горных предприятий,
- 5) теория и практика эффективного, конкурентоспособного функционирования всех элементов технологических цепочек на всех стадиях жизненного цикла предприятия;
- 6) анализ тенденций и закономерностей развития горных машин и технологий;

7) изучение тенденций, особенностей и закономерностей развития теории и практики экономики природных ресурсов, экологии, процессов глобализации, естественных, общественных и технических наук, науки и техники и т.д.

В целом, ни раньше, ни теперь с возможной, и даже – необходимой, полнотой накопленные человечеством знания и опыт не использовались и не используются. В настоящее время в большинстве компаний, несмотря на объективную необходимость использования системного подхода, организация и управление бизнес-процессами осуществляется следующим образом. Одна группа специалистов рассчитывает извлекаемые ресурсы или запасы, передает их второй группе, которая приблизительно оценивает добычные возможности объекта, не интересуясь точностью и достоверностью рассчитанных величин запасов и физических свойств полезного ископаемого. А ведь они могут быть известны с большими погрешностями даже при относительно хорошей разведанности месторождений.

Составленный график добычи по годам с рассчитанными объемами сопутствующих работ и обустройства передается далее группе экономистов, которая рассчитывает необходимые затраты на доразведку и обустройство, выручку от реализации продукции по годам добычи, налоги, платежи и т.п. Составляется прогнозный денежный поток, в котором учитываются все затраты и поступления, вычисляются его стандартные характеристики: чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, дисконтированный срок окупаемости, индекс рентабельности. Расчеты обычно делаются в предположении, что расценки на все виды работ, цена на реализуемое сырье, существующая на момент оценки, налоговая база и другие параметры не изменятся в течение десятилетий, на которые рассчитывается проект, в то время как они весьма изменчивы даже в течение одного года. Оценка риска производится с учетом изменения цен на реализуемое сырье, используемые ресурсы не более чем на 20 - 30%. В итоге, результат может быть весьма далеким от реальности и по нему может быть принято ошибочное решение. И это только по этапу геолого-экономической оценки георесурса. А далее идут не менее сложные этапы проектирования горного предприятия, где участвует множество других групп специалистов, строительства или реконструкции предприятия, долгие годы добычи, переработки руд и, наконец, этапы консервации или ликвидации предприятия.

Таким образом, в нормативно-методических документах и в практике освоения месторождений прошлого и настоящего периодов в подсистемах горного производства (разведка, добыча полезных ископаемых, их обогащение и дальнейшие технологические переделы), казалось бы и связанных одной целью комплексного, экономически и экологически приемлемого освоения месторождений, используются собственные критерии эффективности, что искажает характер рационального взаимодействия подсистем.

Рассмотрим модель сложной динамической системы освоения георесурсов (рисунок 1).



Рисунок 1. Модель сложной динамической системы освоения георесурсов

Система состоит из трех крупных и сложных подсистем:

1. Подсистема «Георесурсы». Это может быть вся изменяющаяся во времени и пространстве совокупность активных запасов, разведанных неактивных (забалансовых) запасов и прогнозных ресурсов каких-либо типов месторождений и (или) различных подотраслей горнодобывающей промышленности. В зависимости от задач исследования за подсистему «георесурс» можно принять конкретное отдельное месторождение или группу месторождений и т.д.

2. Подсистема «Технологическое преобразование георесурса в продукты и потенциальные ресурсы» представляет собой совокупность основных фондов, средств и методов преобразования георесурса. Естественно, основными макроэлементами такой подсистемы являются добывающие и перерабатывающие минеральное сырье предприятия. Они сами могут рассматриваться как сложные системы второго уровня и т.д. Возникает иерархия систем, подсистем и элементов разного уровня

3. Третья подсистема «результат, продукт, эффекты разного критериального происхождения и уровня».

Система «георесурс-его технологическое преобразование в продукт-эффект» характеризуется внутренней и внешней (ближней и дальней) средой, а каждая подсистема – соответствующей морфологией и характерными свойствами. Подсистемы находятся во взаимосвязи. Такой взгляд на рассматриваемую проблему позволяет, и даже заставляет, использовать быстро развивающиеся методы анализа сложных систем, понять глубину важнейших связей подсистем и элементов этой сложнейшей системы в теории и практике освоения недр.

Проведенный анализ возможных подходов к функциональному описанию системы «георесурс - его технологическое преобразование в продукт - эффект» дал основание выбрать из широкого множества существующих определений «системы» следующее адекватное определение [5]: «Системой можно назвать только комплекс таких избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношения принимают характер взаимосодействия компонентов для получения фокусированного полезного результата».

Основные новые идеи, систему взглядов и принципов можно сгруппировать в виде следующей совокупности концепций:

0. Концепция развития и эффективного использования минерально-сырьевой базы рудных и россыпных месторождений;

1. Концепция кластерной организации месторождений;

2. Концепция системного анализа неполноты, неопределенности, необходимой и достаточной представительности и точности важнейшей горно-геологической информации о георесурсе;

3. Концепция эксплуатационных кондиций, динамических во времени и дифференцированных в пространстве месторождения;

4. Концепция (модель) сложной динамической системы «Георесурс – его технологическое преобразование в продукты – реализация (эффект)» с тремя основными подсистемами: георесурс – добыча – переработка руд;

5. Синтез внешних и внутренних факторов, элементов технологических процессов в оптимизации вариантов добычи и переработки руд месторождений с кластерной организацией;

6. Концепция модернизации существующих и создания новых комбинированных процессов и технологий преобразования георесурса в продукты.

Каждая из этих концепций содержит ряд утверждений, положений и (или) принципов, аргументация которых в определенной степени приведены в [6-10].

Как известно (например [11]), «принципы и теория представляет собой структурную основу науки», ... а «теория представляет собой системную группировку взаимосвязанных принципов. Ее задача в том, чтобы связать вместе имеющиеся знания, дать им каркас».

Взаимосвязи рассматриваемых семи концепций отражены в виде полного графа (рисунок 2), где его вершины соответствуют номерам концепций, приведенных выше в тексте, а связи - ориентированными ребрами. При этом факт «влияния» концепций друг на друга отражен

соответствующими стрелками.

Как следует из содержания и целевого назначения отраженных на рисунке 2 концепций, их взаимодействия отвечают (соответствуют) характеру взаимодействия для получения фокусированного полезного результата при разработке месторождений – они связаны единой целью. Эта совокупность концепций образует систему, где каждая отдельная концепция представляет, в терминах системного анализа, соответствующий элемент системы. В терминах теории графов каждый элемент системы на графе представляется соответствующей вершиной, а связи между элементами – соответствующими ориентированными ребрами графа. Ниже компоненты и связи мы будем называть звеньями системы, а смысл понятий «компонент» и «связь» рассмотрим узко и кратко только в свете рассматриваемой здесь задачи.

Компонент (элемент) системы осуществляет некоторые преобразования входов и выходов. Принято считать, что входы и выходы могут быть пространственными и временными. При этом временной вход есть причина, а выход – следствие. И в этом случае связи относятся к причинно-следственным.

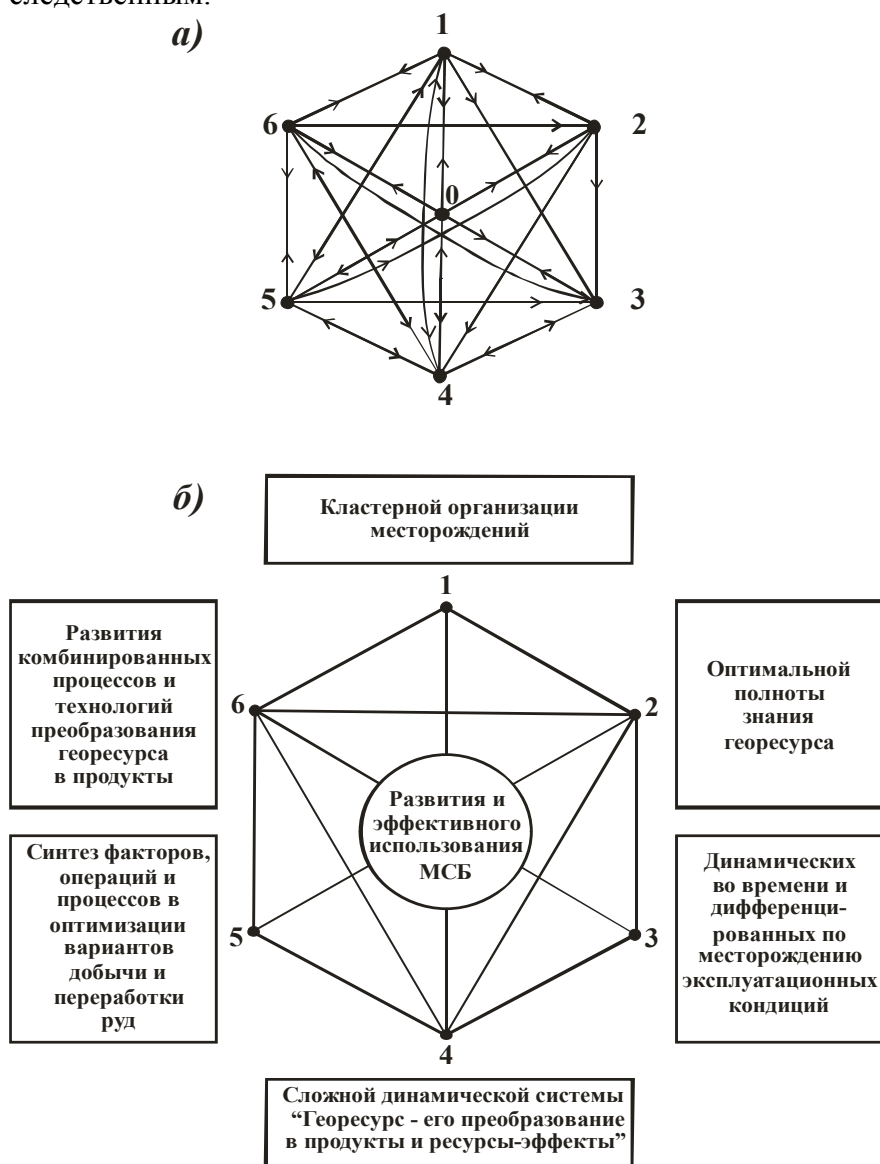


Рисунок 2. Иллюстрация взаимосвязи, взаимообусловленности, взаимодействия и взаимосодействия концепций: а) полный ориентированный граф; б) упрощенный граф с обозначениями концепций.

Связи, как и входы и выходы, могут быть и пространственными (структурными). На пространственных входах и выходах компонента могут быть разные виды энергии или информация. Информация может заключаться в установках, принципах, новых знаниях, опыте и т.д.

Опуская анализ большого числа взаимосвязей в построенной системе новых концепций, рассмотрим другой и более важный аспект, обобщающий и синтезирующий все стороны воздействия этой системы концепций на основную систему «георесурс – его технологическое преобразование в продукты и ресурсы – эффект».

При этом, сначала отметим влияние основных концепций отдельно на каждую подсистему: георесурс, добыча, переработка. Затем обратим внимание на степень и характер влияния синтеза совокупности концепций на систему «георесурс – добыча – переработка – эффекты» в целом.

Кратко обобщим основные взаимосвязи рассматриваемых концепций и главных подсистем, заключающиеся в следующем:

Концепция развития и эффективного использования минерально-сырьевой базы определяется основными составляющими положениями: минерально-сырьевая база обширна и разнообразна; минерально-сырьевому развитию в обозримой перспективе альтернативы нет; высокие затраты обуславливают применение при оконтуривании балансовых запасов повышенных бортовых содержаний, что приводило и приводит к яркому проявлению кластеризации месторождений.

Эта основополагающая концепция предъявляет многие новые требования к комплексному исследованию георесурса, его геологической, технологической и геолого-экономической оценке; повышению полноты, необходимой и достаточной представительности всей горно-геологической информации, необходимой для снижения геологических, экологических и экономических рисков на всех стадиях разработки и реализации современных проектов реконструкции действующих и строительства новых горнодобывающих предприятий с использованием технологических достижений мировой горной науки и практики последних десятилетий.

Данная концепция, вместе с концепцией 1 «Кластерной организации месторождений» и концепцией 6 «Развитие комбинированных процессов и технологий преобразования георесурса в продукты и ресурсы» имеет четкие взаимодействия с тремя основными подсистемами «георесурс», добыча руд и «переработка руд» рассматриваемой в статье сложной динамической системы (рисунок 3).

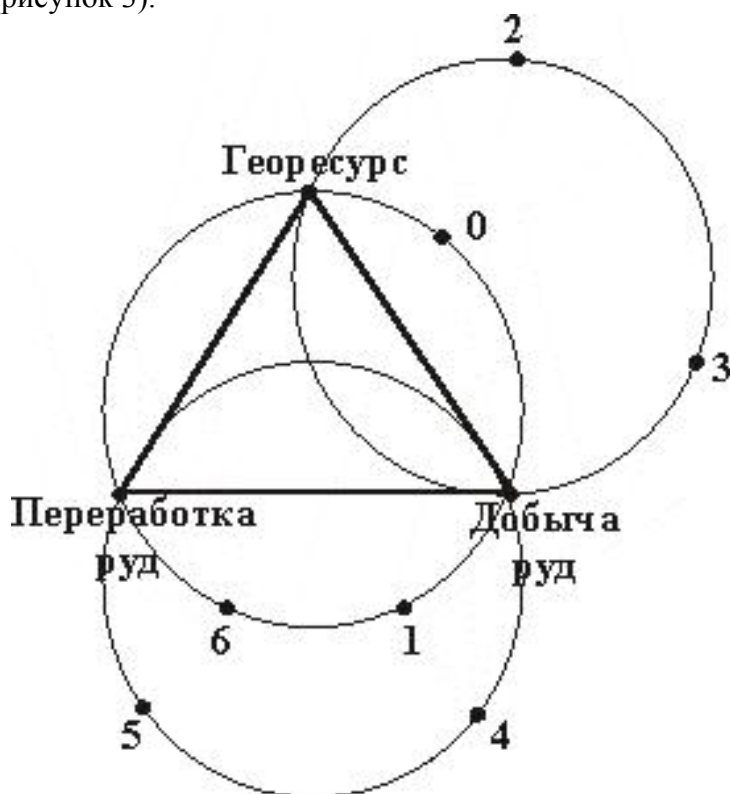


Рисунок 3. Иллюстрация влияния основных концепций на подсистемы, а их синтеза – на систему «георесурс – добыча – переработка – эффекты»

Здесь стороны треугольника иллюстрируют связи между подсистемами, а описанная окружность (проходящая через три вершины треугольника) с отмеченными на ней точками концепциями 0, 1, ... , 6 подчеркивают факт взаимодействия этих концепций как между собой, так и со всеми тремя подсистемами разработки месторождения.

Концепции 2 «Оптимальной полноты знания георесурса (месторождения)» и 3 «Динамических во времени и дифференцированных по месторождению эксплуатационных кондиций» в большей мере взаимосвязаны с двумя подсистемами: «георесурс» и «добыча». Они изображены точками, соответственно, 2 и 3 на окружности, проходящей через вершины треугольника, соответствующие этим двум подсистемам. Аналогичная ситуация с оставшимися концепциями 4 и 5.

Синтез всех концепций показывает, что наибольшее интегрированное влияние они оказывают на подсистему «добыча». При этом, важнейшим условием повышения эффективности разработки месторождений сложного и весьма сложного (кластерного) геологического строения является комплексное своевременное отражение всей системы рассмотренных в работе концепций в проектах генеральной реконструкции действующих, проектируемых и будущих добывающих и перерабатывающих горных предприятий. Предложенный подход вскрывает основные геотехнологические резервы повышения эффективности разработки различных типов месторождений кластерного строения при реконструкции, техническом перевооружении действующих и строительстве новых горных предприятий, а также определяет ряд важнейших направлений развития фундаментальных и прикладных исследований в геологии, геотехнологии, геоэкологии и геоэкономике.

Список литературы:

1. Современные принципы теории проектирования карьеров / Горный ин-т Кольск. фил. АН СССР. – Л.: Наука, 1987. – 256 с.
2. Капольи Л. Системный и функциональный анализ использования минеральных ресурсов / Л. Капольи. – М.: Наука, 1985. – 200 с.
3. Системный анализ развития горнодобывающих предприятий (проблемы теории и методологии) / Горный ин-т. Кольский научный центр АН СССР. – Л.: Наука, 1991. – 183 с.
4. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли / РАН, АГН, РАЕН, МИА; под ред. К. Н. Трубецкого. — М.: Изд-во АГН, 1997. —478 с.
5. Анохин П.К. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы. Отв. редакторы: Ф.В. Константинов, Б.Ф. Ломов, В.Б. Швырков. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
6. Ткач С.М. Методологические и геотехнологические аспекты повышения эффективности освоения рудных и россыпных месторождений Якутии / С. М. Ткач. – Якутск: Изд-во Института мерзлотоведения СО РАН, 2006. – 284 с.
7. Батугин С.А. Закономерности развития горного дела / С.А.Батугин, В.Л.Яковлев. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1992. – 116 с.
8. Батугина Н.С. Проблемы эффективного освоения недр Республики Саха (Якутия) / Н. С. Батугина. – М.: Геоинформмарк, 2010. – 194 с.
9. Батугин С.А., Гаврилов В.Л., Ткаченко Г.В. Пути совершенствования управления качеством угля при добыче, обогащении и поставках // В сб. ст. «Проблемы и перспективы развития горного дела на Северо-Востоке СССР», Материалы научно-практического семинара, Якутск, 1990, ч.1, с. 103-108.
10. Гаврилов В.Л. Развитие угольного комплекса Дальнего Востока и Забайкалья в условиях меняющейся конкурентной среды // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – отд. выпуск № 4. Дальний Восток - 1 – С. 453-463.
11. Кунц, Г. Управление: системный ситуационный анализ управленческих функций / Г. Кунц; пер. с англ.; общ. ред. и предисл. Д.М. Гвишиани. в 2 т.-М.: Прогресс,1981. – 280 с.