

## **Анализ современных методик организации рационального управления техническими системами**

*Третьяков Виктор Александрович  
Российский университет дружбы народов  
магистрант*

*Дехканов Улукбек Абдухалилович  
Баткенский государственный университет  
Старший преподаватель*

### **Аннотация**

Данная работа посвящена исследованию вопросов управления техническими системами из расчета их использования во времени. Теория игр - это математический аппарат для моделирования согласования интересов сторон. Это определение подчеркивает тот факт, что целью применения теории игр является определение интересов сторон, нахождение возможных вариантов согласования таких интересов, и предложения прогноза развития событий в соответствии со сделанным сторонами выбором. В этом определении мы подчеркиваем прикладную сторону теории игр, которая имеет мощный аппарат для того, чтобы для одной и той же самой задачи рассматривать много различных моделей, подходов и концепций для ее решения.

**Ключевые слова:** управление техническими средствами, стратегия, математический расчет, технические средства, теория игр, моделирование.

## **Analysis of modern techniques of organization of rational management of technical systems**

*Tretyakov Victor Alexandrovich  
Peoples' Friendship University of Russia  
graduate student*

*Dekhkanov Ulukbek Abdukhalilovich  
Batken State University  
Senior Lecturer*

### **Abstract**

The theory of games is a mathematical apparatus for modeling the coordination of interests of the parties. This definition is emphasized by the fact that the purpose of the theory of games is to determine the interests of the parties, to find possible options for agreeing such interests, and to propose a forecast of the development of events in accordance with the choice made by the parties. In this definition, we emphasize the applied side of the theory of games, which has a powerful apparatus

in order to consider many different models, approaches and concepts for solving the same problem. This work is devoted to the study of the management of technical products of reconnaissance by passive means of protection and counteraction from the calculation of their use in time.

**Keywords:** game theory, management of technical means, strategy, mathematical calculation, reconnaissance means, counteraction.

В современных условиях развития техники и технологий при непрерывном управлении широко используется принцип максимума, что позволяет решать задачи с ограничениями. С некоторыми видоизменениями этот принцип применим и для решения дискретных задач. Дискретный принцип максимума и динамическое программирование математически могут быть получены один из другого. Однако применение этих методов имеет свои особенности. Принцип максимума позволяет вычислить сразу весь рациональный путь с последующим его улучшением за счет удовлетворения граничных условий, что создает трудности при решении конечных задач. При динамическом программировании на каждом шагу проводится поиск всех переменных и выбирается оптимальный путь между шагами. Динамическое программирование делает глобальный поиск решения, тогда как принцип максимума может давать локальные экстремумы.

Современные игровые методы развиваются в рамках математического раздела математики, получившее название - теория игр [27].

Задачей исследования является не столько нахождения возможных концепций решения - для этого есть четкие и однозначные математические соотношения - а именно выбор из всех возможных концепций именно той, которая и будет «нужной», «эффективной», «оптимальной».

Наше определение подчеркивает также то обстоятельство, что может быть ситуация, когда все концепции решений могут нам «не подойти». И что для исследования необходимо поставить следующую задачу: как нужно изменить условия задачи (которые называются условиями игры), чтобы новая задача привела нас к нужному нам результату. А теперь дадим совокупность определений, используемых в теории игр.

Стороны, участвующие в согласовании своих интересов, называются игроками (player's) [11]. Обстановкой (environment) игры называется совокупность всех объектов и субъектов, влияющих на эту игру. Это могут быть игроки, управляющие техническими средствами, государственные органы, природные явления и тому подобное.

Игрок способен формировать стратегии (strategies) или действия (actions) и выбирать их из некоторого множества [9]. Под стратегией чаще всего понимают описание последовательности действий, технологий (technologies) для применения, методов (methods), алгоритмов (algorithms), способов (mechanisms) и др.

В результате выбора действия игрок под влиянием обстановки получит результат, который является рациональным из всех возможных для данной игры результатов деятельности [14].

Отметим, что множества могут не совпадать: обусловлено это влиянием обстановки. Например, отсутствием нужной игроку информации, влиянием внешней среды, действиями других участников игры и тому подобное. Важной для практического применения теории игр является то обстоятельство, что для конкретного человека как для игрока существуют определенные ограничения в отношении тех стратегий, которые она может выбрать. В [15; 25; 36 и др.] показано, что из множества всех возможных стратегий конкретный человек выбирает только стратегии с определенной задачей. Причем, где возможно однозначно связать конкретную задачу с соответствующим множеством. Это позволяет говорить о типах игроков (в [37; 42 и др.] понятие типа расширено за пределы теории игр и применяется к широкому классу задач теории управления вообще).

В теории игр говорят, что игрок имеет свойство определять преимущества (advantages) на множестве результатов, когда он обладает способностью сравнивать между собой разные результаты своей деятельности [33]. Как правило, на этом обстоятельстве часто даже не останавливаются, но это достаточно широкий класс задач по управлению системами, где весь эффект заключается именно в том, что этим свойством один или несколько игроков не владеют (притом они даже могут не знать, что это именно так).

Следующим ключевым элементом в теории игр является концепция рационального поведения для игрока. Под рациональным поведением (rational behavior) [2] игрока понимают, что игрок с учетом всей имеющейся у него информации выбирает именно те стратегии, которые приводят к наиболее желаемым для него результатам. Это предположение, и к тому же очень сильное предположение. Часто его дополняют предположением, которое заключается в том, что игрок стремится уменьшить существующую неопределенность для того, чтобы принимать решения в условиях полной информированности (complete information).

Чтобы завершить построение описания отдельного игрока в теории игр, необходимо еще ввести в рассмотрение функцию полезности (utility function) [6] для результата выбора стратегии (действия) данным игроком. Функция полезности выражает в числовом виде результат действия игрока.

Совокупность стратегий называется обстановкой игры для игрока (это вектор, в котором собраны стратегии всех остальных игроков). Теперь мы можем описать информацию, которая необходима, чтобы задать игру [5; 8; 19]:

1. Описать всех игроков.
2. Описать цели (goals) участников игры.
3. Описать правила игры (game's rules).
4. Описать уровень информированности игроков: что они знают, и тому подобное.

Введение понятия случайной величины определило следующий шаг развития теории вероятностей как науки, которая занимается выявлением закономерностей массовых случайных явлений природы, так как описание случайных явлений природы удобно подавать в терминах случайных

величин, а их закономерности подавать законами распределения случайных величин.

Случайной величиной называется величина, которая в результате испытания может принимать определенное возможное значение, причем заранее неизвестно, какое именно [24]. Принято обозначать случайные величины заглавными буквами латинского алфавита ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  и др.), а их возможные значения - соответствующими строчными буквами:  $x_i$ ,  $y_i$ ,  $z_i$ .

Законом распределения случайной величины  $X$  как дискретной, так и непрерывной, является любое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины  $X$  и им соответствующими вероятностями [2]. Формы представления закона распределения случайной величины  $X$  существуют разные.

Если случайная величина  $X$  является дискретной, то ее закон распределения может подаваться в следующих формах: ряд распределения, многоугольник распределения, функция распределения, образующая функция распределения, характеристическая функция распределения.

При практическом описании закона распределения дискретной случайной величины в предметных областях знаний чаще используют такие формы представления, как ряд распределения, функция распределения, образующая функция распределения; представление закона распределения в виде характеристической функции распределения используется не всегда.

Если случайная величина  $X$  является непрерывной, то ее закон распределения может подаваться в следующих формах: функция плотностей вероятностей распределения случайной величины (функция плотностей вероятностей, функция плотностей, плотность вероятностей), функция распределения, образующая функция распределения, характеристическая функция распределения. При практическом использовании описания закона распределения случайной величины чаще используются такие формы, как плотность вероятностей и функция распределения, а такие формы описания закона распределения случайной величины, как образующая функция и характеристическая функция, используются не всегда.

В наиболее востребованных технических средствах, которые выполняют соответствующие задачи по дистанционному управлению по радиоканалу, выбор управления функционированием сложной системы является задачей исследования операций [32; 38]. В игровых методах противодействию функционированию может организовываться умным противником или осуществляться «природой», то есть радиоуправление может быть подавлено средствами радиоэлектронной борьбы (РЭБ) противника или естественными препятствиями [13; 34]. Теоретической основой выбора управления при исследовании конфликтных ситуаций служит теория игр и статистических решений. Наиболее полно разработана теория некооперативных игр двух игроков с нулевой суммой. Для различных игр (в соответствии с имеющейся классификацией) разработаны различные методы их решения.

Лучше определяются оптимальные стратегии и цена игры при наличии в матричной игре доминирующих стратегий [17]. Для матричной игры су-

ществуют максиминная и минимаксная стратегия, обеспечивающая игрокам получение гарантированных результатов (критерий Вальда). Критерий Вальда обеспечивает максимизацию минимального выигрыша или, что то же самое, минимизацию максимального проигрыша (потерь), который может возникнуть при реализации одной из стратегий. Этот критерий ориентирует на соблюдение крайне осторожного поведения. Такое поведение приемлемо, например, когда игрок не имеет заинтересованности в крупном выигрыше, но хочет себя застраховать от неожиданных проигрышей. Выбор такого поведения определяется отношением игрока к риску. Критерий Вальда применяют в тех случаях, когда необходимо обеспечить успех в любой ситуации [39]. Методика отыскания такого решения довольно проста, однако, это решение не является лучшим; кроме того, оно неустойчиво и зависит от степени информированности игроков о состоянии игры.

Основная теорема теории игр о равенстве максимина и минимакса устанавливает условия существования оптимальных стратегий и цены игры. Эта теорема сформулирована для матричных и непрерывных игр и в дальнейшем обобщена в работах ряда авторов [3; 16; 40 и др.] при различных предположениях относительно функции выигрыша и пространства стратегий игроков. Однако утверждение о существовании цены игры и оптимальных стратегий не дает метода решения какой-либо конкретной игры.

Формулы для вычисления решения матричных игр известны для очень небольшого класса игр, в частности, для многопараметрических игр до конца решена только матричная игра с диагональной матрицей выигрышей. Трудности решения вызваны тем, что часто две качественно однотипных задачи за счет количественного различия параметров имеют совершенно разные решения. Поэтому практический способ решения, который обслуживает довольно широкий класс игр, реализуется в виде алгоритма, обладает целым рядом особенностей. Примером достаточно простого алгоритма является графический метод решения матричных игр.

Решение матричных и непрерывных игр может осуществляться численными методами [7]. Для матричных игр широко используется метод итераций [18]. Этот метод, заключающийся в последовательном проигрывании партии и выборе чистой стратегии с учетом всех предыдущих партий, легко реализуется на ЭВМ. Недостатком метода является медленная сходимость к точному решению. Например, для матрицы ошибка между вычисленным в конце итерации значением цены игры и ее действительным значением не превышает заданной величины [22].

Итеративный метод Брауна может применяться и для решения некоторых непрерывных игр, в которых функция выигрыша непрерывная, и определена на единичном квадрате, где выбираются из интервала  $[0, 1]$ . Для увеличения скорости сходимости итерационного метода модифицируется процедура выбора чистых или смешанных стратегий на последовательных шагах проигрывания игры введением растущей нижней и ниспадающей верхней оценки цены игры. Современными авторами [4; 31 и др.] предложены нес-

колько методов управления сходимостью путем выбора весовых функций для используемых стратегий.

Для симметричных игр решение может быть найдено по методу Брауна-фон Неймана [12]. Метод заключается в последовательной линеаризации каждого из уравнений нелинейной системы, в результате чего получается явное выражение очередной переменной, которой подставляем вовсе нелинеаризованным уравнением. Данный процесс продолжается до тех пор, пока не будет получено выражение для последней переменной, в котором она уже не зависит от других переменных. Этот метод приводит к необходимости решения на ЭВМ системы из дифференциальных уравнений, но использование при этом численных методов при больших значениях может привести к серьезным трудностям. Область применения данного метода существенно расширяется благодаря возможности перехода от произвольной матричной игры к симметричной игре. Затем решение, полученное для образованной симметричной игры, превращается в решение для исходной произвольной матрицы.

Задача поиска решения матричной и непрерывной игры может быть сведена к задаче линейного программирования, которая позволяет решать задачи теории игр хорошо разработанными методами последовательного улучшения плана, последовательного сокращения нерешенных решений, симплекс-методом и другими.

Необходимые условия, обеспечивающие исчисления и влияние на величину информированности об игровой обстановке приведены в работах ряда авторов [20; 29; 43 и др.]. Если функция распределения неизвестна, а количество вариантов реализации ограничена, то используя критерий Геймейера, получаем неоправданно большой риск.

Условия его применения следующие [23; 44; 49]:

- вероятности возникновения возможных состояний системы все известны;
- необходимо учитывать возникновения того или иного состояния, отдельно или в комплексе;
- допускается некоторый риск;
- решение может быть реализовано один или несколько раз.

При решении матричных и непрерывных игр не рассматривается зависимость функции выигрыша от времени, хотя большинство реальных конфликтов строится во времени или непрерывно, или дискретно. С изучением конфликтов такого рода связаны многошаговые и дифференциальные игры.

В дифференциальных играх игроки выбирают решения в каждый момент времени, а состояние игры описывается дифференциальными уравнениями, в которых выбранные значения стратегий входят в качестве управления. В классическом задании преследования при несомненном перехвате одного объекта другим определяются траектории с минимальным (максимальным) временем перехвата. Ограничение возможностей управления или время преследования сводит задачу погони к игре на выживание. Основной метод решения таких игр базируется на функциональных уравнениях динамического программирования, получаемых путем многошаговой оптимизации

решений по принципу оптимальности Беллмана, который показан в работах [1; 30 и др.].

Метод динамического программирования заключается в том, что оптимальное управление строится постепенно [35]. На каждом шагу оптимизируется управление только этого шага. Вместе с тем на каждом шагу управление выбирается с учетом последствий, так как управление, оптимизирует целевую функцию только для данного шага, что может привести к неоптимальному эффекту всего процесса. Управление на каждом шагу должно быть оптимальным с точки зрения процесса в целом. Это основное правило динамического программирования, сформулированное Беллманом, называется принципом оптимальности.

Итак, какой бы ни было исходное состояние системы перед очередным шагом, управление на этом этапе выбирается так, чтобы выигрыш на данном шаге плюс оптимальный выигрыш на всех последующих шагах был оптимальным.

Широкое применение в отраслях промышленности находят игры, связанные с выбором времени действия [41]. Для игр с выбором момента времени, названных дуэльной, возможные действия игроков заданы заранее, а искомой стратегией является время действия. Каждый игрок, рискуя проиграть, стремится задержать свои действия. В этих условиях решение зависит от того, кто из игроков сделает 1-й ход в игре.

Исследование таких конфликтных ситуаций направлено на решение вопросов конкурентоспособности, рационального распределения ресурсов и других.

Для решения указанных задач широко используется метод динамики средних [47]. При полной информированности для решения используются дифференциальные уравнения Ланчестера [46], а при частичной информированности - уравнение Динер [21].

Указанные модели действий получены для активных средств противодействия и рассмотрены в многочисленных работах [10; 26; 35 и др.].

Таким образом, задача создания наиболее рациональной системы управления техническими системами может быть решена теми методами теории игр, где по итогам игры, отыскивается максимальное среднее значение показателя эффективности технических средств с учетом переходных процессов (время, место и т.д.).

## **Библиографический список**

1. Abaltusov V.E., Nemova T.N. Investigation of interaction between high temperature one- and two-phase flows and elements of active thermal shield // Теплофизика высоких температур. 1992. Т. 30. № 4. С. 798-803.
2. Kitaeva A.V., Koshkin G.M., Piven I.G., Ryumkin V.I. On nonparametric kernel identification of nonlinear autoregression process // 5th Korea-Russia International Symposium on Science and Technology - Proceedings: KORUS 2001 5. 2001. С. 208-211.

3. Krishan A.L., Troshkina E.A., Rimshin V.I., Rahmanov V.A., Kurbatov V.L. Load-bearing capacity of short concrete-filled steel tube columns of circular cross section // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. Т. 7. № 3. С. 2518-2529.
4. Ol'Khov A.A., Iordanskii A.L., Zaikov G.E., Shibryaeva L.S., Litvinov I.A., Vlasov S.V. Morphologically special features of poly(3-hydroxybutyrate)/low-density polyethylene blends // *Polymer - Plastics Technology and Engineering*. 2000. Т. 39. № 5. С. 783-792.
5. Pisarev O.A., Glasova N.V. Choice of procedures for preparative chromatography // *Journal of Chromatography A*. 2003. Т. 1018. № 2. С. 129-136.
6. Алексеев С.Г., Авдеев А.С., Барбин Н.М., Гурьев Е.С. Методы оценки взрывопожароопасности топливовоздушных смесей на примере керосина марки РТ. VII. BST-методы // *Пожаровзрывобезопасность*. 2013. Т. 22. № 12. С. 23-30.
7. Ампилов Ю.П. Численное исследование величины рентабельно извлекаемых запасов углеводородов, рассчитываемых доходным методом // *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление*. 2016. № 5. С. 42-50.
8. Бадакшанов А.Р., Ларионов М.В. Разработка системы контроллинга персонала аптечных организаций // В сборнике: *Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты сборник научных трудов по материалам Международной заочной научно-практической конференции: в 7 частях*. 2012. С. 14-16.
9. Бакаев В.А., Скоморохов Г.И. Математическая модель диффузионного фильтра для выделения водорода из смеси газов // *Вестник Воронежского государственного технического университета*. 2011. Т. 7. № 1. С. 30-37.
10. Балабин В.Н., Какоткин В.З., Лобанов И.И. Комплексная система мониторинга дизельных двигателей // *Железнодорожный транспорт*. 2011. № 12. С. 50-51.
11. Бондарев В.А., Бондарева О.М., Рагулина И.Р. Основы построения адаптивной системы управления безопасностью плавания рыбопромысловых судов // *IV Международный Балтийский морской форум материалы Международного морского форума*. 2016. С. 32-36.
12. Бурков А.Ф. История электротехники до конца XIX века. Владивосток, 2006. 153 с.
13. Веретенников Н.П., Леонтьев Р.Г. Реструктуризация операторов связи Дальнего Востока: концептуальный подход. - Биробиджан, 2000. – 56 с.
14. Гильмутдинов Р.З. О некоторых приемах вычисления методом наименьших квадратов // *Наука сегодня: теоретические и практические аспекты Международная научно-практическая конференция*. 2015. С. 138-142.
15. Гимаев Р.Н., Мухамадеев Э.З., Галиев Р.Р. Математическая модель процесса получения малоактивного технического углерода // *Вестник Башкирского университета*. 2006. Т. 11. № 2. С. 37-39.



16. Данилов О.Е. Дидактическая модель формирования понятия поля физической величины с помощью компьютерной визуализации // Дистанционное и виртуальное обучение. 2013. № 6 (72). С. 19-28.
17. Денисенко С.Г., Глушко С.П. Оптимизация технологии производства подшипников скольжения из биметалла сталь-бронза // Современные методы наплавки, упрочняющие покрытия и используемые материалы iv украинская республиканская научно-техническая конференция. Тезисы докладов. Харьков., 1990. С. 70-71.
18. Дубинин В., Борохова Н.В., Пашков А.В., Ремизов А.В. Плоская статика. Варианты курсового задания. М., 2015. 48 с.
19. Ефимова О.В., Морозов А.Б. Формализация компонент бизнеса транспортной компании // Проблемы экономики. 2011. № 1. С. 34-35.
20. Жилин В.А., Акимов В.П. Табличный процессор Excel. М., 2000. 160 с.
21. Зезюлько А.В., Кимстач В.Н., Гетманов И.П., Гончаров В.Н., Волченкова О.В. Особенности технического и информационно-технологического развития современной цивилизации. Ростов на Дону, 2014. 56 с.
22. Ильин Р.А. Энергетический и эксергетический рейтинги теплоэнергетических установок // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2008. № 6. С. 56-60.
23. Исаев В.И., Косыгин В.Ю., Соловейчик Ю.Г., Юрчук А.А., Гуленок Р.Ю., Шпакова Н.В. Проблемы оценки нефтегазоматеринского потенциала осадочных бассейнов дальневосточного региона // Геофизический журнал. 2002. № 1. С. 28.
24. Калмыков В.Н., Волков П.В., Мещеряков Э.Ю. Разработка интегрированных технологических схем интенсивного освоения запасов приграничных зон карьеров // Комбинированная геотехнология: комплексное освоение и сохранение недр земли материалы международной научно-технической конференции: сборник трудов. 2009. С. 31-33.
25. Капитонов И.А. Критерии определения рациональности развития объектов возобновляемой энергетики // Лизинг. 2012. № 1. С. 40-45.
26. Киевский Л.В. Комплексность и поток (организация застройки микрорайона). - Москва, 1987. – 136 с.
27. Кокшарова Г.А., Ивановская В.Ю. Высшая математика. Вологда–Молочное, 2005.
28. Крайнов А.Ю., Моисеева К.М., Палеев Д.Ю. Численное исследование сгорания полидисперсной газозвеси угольной пыли в сферическом объеме // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т. 8. № 3. С. 531-539.
29. Красикова Л.Ю., Красикова Т.В. Проблема разработки методики внутреннего контроля с целью повышения эффективности деятельности предприятия // Телекоммуникационные и вычислительные системы Труды конференции. 2015. С. 221-222.
30. Кришан А.Л. Новый подход к оценке прочности сжатых трубобетонных элементов // Бетон и железобетон. 2008. № 3. С. 2-5.

- 31.Лагунова Ю.А., Лазарев Е.А., Жиганов П.А. Новые направления в проектировании и эксплуатации горно-обогатительного оборудования // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2006. № 6. С. 301-305.
- 32.Мавлоназаров И.О., Микушев В.М. Измерение времени ядерной спин-решеточной релаксации в монокристаллах хлористого натрия в присутствии ультразвука // Физика твердого тела. 1992. Т. 34. № 7. С. 2257-2260.
- 33.Меерсон А.Ю., Смирнова Е.И. Принятие управленческих решений на основе игровых моделей // Информационные технологии и математические методы в экономике и управлении (ИТИММ-2017) Сборник научных статей. 2017. С. 77-80.
- 34.Нечаев Ю.Б., Борисов Д.Н., Пешков И.В. Оценка точности автокалибровочных методов определения координат источников радиоизлучения с условно-постоянной моделью амплитудно-фазовых ошибок в каналах цифровой антенной решетки // Телекоммуникации. 2011. № 5. С. 34-42.
- 35.Платонова С.В., Криворотов А.П. Результаты расчета осадок щелевидных фундаментов с учетом пластических деформаций грунтового основания // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1995. № 2. С. 12-16.
- 36.Романова А.И., Миронова М.Д., Казаков В.А. Использование метода экспертных оценок при количественном анализе рисков в сфере жилищно-коммунального хозяйства // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. 2010. № 2 (37). С. 76-80.
- 37.Рюмкин В.И. Проверка близких гипотез при альтернативе сдвига и непараметрической неопределенности // Обзорение прикладной и промышленной математики. 2008. Т. 15. № 2. С. 242-243.
- 38.Санников В.Г., Корольков А.А., Герасименко Х.В. Метод совместного оценивания параметров и фильтрации зашумленной речи в голосовых кодеках // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2014. Т. 8. № 12. С. 71-73.
- 39.Севрюков П.Ф., Смоляков А.Н. Уравнения и неравенства с модулями и методика их решения. - Москва-Ставрополь, 2005. 112 с.
- 40.Соколов Л.И. Течение неньютоновских жидкостей. Вологда, 2007.
- 41.Соловьева В.Н., Орлова И.О., Даценко Е.Н., Авакимян Н.Н. Оценка эффективности геолого-технических мероприятий по повышению нефтеотдачи продуктивных пластов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2015. № 5. С. 38-39.
- 42.Старожилова О.В. Математическое моделирование нелинейных задач деформирования оболочек // Science, technology and life - 2014 Proceedings of the international scientific conference. Editors V.A. Iljuhina, V.I. Zhukovskij, N.P. Ketova, A.M. Gazaliev, G.S. Mal'. 2015. С. 24-27.
- 43.Тимофеев В.Н., Тихонов Н.Ф. Синтез комбинированных систем автоматического регулирования температуры двигателей внутреннего сгорания // Наука, образование и инновации Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2015. С. 171-175.»

44. Трофименко С.В., Гриб Н.Н., Никитин В.М., Статива А.С. Интерпретация статистической модели аномалий гравимагнитных полей Алданского щита // Наука и образование. 2011. № 1. С. 40-45.
45. Тюрин И.Ю., Комаров Ю.В., Соколов В.Н., Старцев А.С., Лявин Ю.Ф., Неверов Д.А., Старцев С.В. Техническое обеспечение диагностирования машин. - Саратов, 2012.
46. Хостикоев М.З., Тюлина Н.В. Сравнение статистических методов расчета припусков на механическую обработку // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № 12. С. 115-116.
47. Шапошников Ю.А., Тюнин А.В. Расчетная методика проектирования впускного канала ДВС // Ползуновский вестник. 2009. № 1-2. С. 44-49.
48. Шахворостов Н.Г., Волынский В.Ф., Резниченко С.А., Хаджиева Я.Я., Пустынин Б.В. Устройство защиты: патент на изобретение RUS 2185587 30.06.2000
49. Элькин Ю.И. Снижение шума строительно-дорожных машин: автореф. дисс. ... докт. технич. наук. - Санкт-Петербург, 2006. 50 с.