

УДК 303.732.4 : 519.2 : 658.562.012.7

UDC 303.732.4 : 519.2 : 658.562.012.7

05.13.10 - Управление в социальных и экономических системах (технические науки)

05.13.10 - Management in social and economic systems (technical sciences)

О ЧЕТЫРЕХ НАПРАВЛЕНИЯХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ**ABOUT FOUR DIRECTIONS OF RESEARCH IN THE FIELD OF THEORY AND PRACTICE OF MANAGEMENT OF PRODUCTION SYSTEMS**

Орлов Александр Иванович
д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 4342-4994
prof-orlov@mail.ru

Orlov Alexander Ivanovich
Dr.Sci.Econ., Dr.Sci.Tech., Cand.Phys-Math.Sci.,
professor
prof-orlov@mail.ru

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Рассмотрены подходы к решению актуальных задач четырех областей исследований в рамках науки и практики управления в социально-экономических системах. В разработке этих подходов автор принимал активное участие. Включенные в статью задачи относятся к производственным системам и организации производства. Обсуждаются статистические методы управления качеством продукции, экологический менеджмент на предприятии, анализ, оценка и управление рисками, управление запасами (материально-техническими ресурсами). Кратко описываются научные результаты, полученные автором. Большое внимание уделяется формулировкам нерешенных задач. Так, необходима разработка и апробация методов контроля процессов, прежде всего непараметрических, с целью обнаружения существенного отклонения факта от плана, т.е. разладки. Актуальна апробация рекомендаций по замене выходного контроля на пополнение партий или развитие системы технического обслуживания. В каких условиях предельные теоремы в области статистического контроля дают полезные для практики рекомендации? Помимо математического ожидания актуально использование других характеристик распределения случайного ущерба, в частности, медианы. Как оценивать ущерб в случае смерти человека или причинения тяжкого вреда его здоровью? Актуальна разработка нечетких и интервальных обобщений аддитивно-мультипликативных моделей оценки рисков. Необходима проработка технологий экспертных оценок службами экологического менеджмента на предприятиях. Актуально дальнейшее сопоставление методов анализа экспертных упорядочений с использованием медианы Кемени и метода анализа иерархий. Необходимо изучение системы 36 моделей управления запасами на основе обобщений модели Вильсона. Алгоритм оптимизации двухуровневого контроля разработан на основе предельных теорем. Необходимо найти условия, при которых мало различаются выводы

The approaches to solving the actual problems of four areas of research in the framework of science and management practice in socio-economic systems are considered. The author took an active part in the development of these approaches. The tasks included in the article relate to production systems and production organization. Statistical methods of product quality management, environmental management at the enterprise, analysis, assessment and risk management, inventory management (material and technical resources) are discussed. The scientific results obtained by the author are briefly described. Much attention is paid to the formulations of unsolved problems. Thus, it is necessary to develop and test methods of process control, primarily nonparametric, in order to detect a significant deviation of the fact from the plan, i.e., the breakdown. It is relevant to test recommendations for replacing output control with batch replenishment or the development of a maintenance system. Under what conditions do limit theorems in the field of statistical control provide useful recommendations for practice? In addition to mathematical expectation, it is relevant to use other characteristics of the distribution of random damage, in particular, the median. How to assess the damage in the event of a person's death or serious harm to his health? The development of fuzzy and interval generalizations of additive-multiplicative risk estimation models is relevant. It is necessary to study the technologies of expert assessments by environmental management services at enterprises. It is relevant to further compare the methods of analysis of expert orderings using the Kemeny median and the hierarchy analysis method. It is necessary to study the system of 36 inventory management models based on generalizations of the Wilson model. The algorithm of optimization of two-level control is developed on the basis of limit theorems. It is necessary to find conditions under which the conclusions for the limiting and pre-limiting models differ little. The development and

для предельной и допредельной моделей. Актуальны развитие и апробация модели оптимизации моментов выпуска новых моделей продукции на рынок. Необходимо развивать научную основу комплекса технологических решений искусственного интеллекта. Статья подготовлена на основе доклада на XI Чарновских Чтениях по производственным системам и организации производства

Ключевые слова: ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА УПРАВЛЕНИЕ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РИСК, УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ, НЕРЕШЕННЫЕ ЗАДАЧИ

testing of the optimization model for the release of new product models to the market is relevant. It is necessary to develop the scientific basis of the complex of technological solutions of artificial intelligence. The article was prepared on the basis of a report at the XI Charnov Readings on production systems and production organization

Keywords: PRODUCTION SYSTEMS, ORGANIZATION OF PRODUCTION, MANAGEMENT, INNOVATION, QUALITY, ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, RISK, INVENTORY MANAGEMENT, UNSOLVED PROBLEMS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-178-025>

1. Введение

Настоящая статья посвящена анализу актуальных задач некоторых направлений исследований в области теории и практики управления в социальных и экономических системах. А именно, рассматриваем управление производственными системами, т.е. управление на уровне предприятий и их объединений (интегрированных производственно-корпоративных структур [1, 2]). Обсуждаем четыре направления, в развитии которых автор статьи принимал участие, а именно:

- статистические методы управления качеством продукции;
- экологический менеджмент на предприятии;
- анализ, оценка и управление рисками;
- управление запасами (материально-техническими ресурсами).

В настоящей работе обсуждаем некоторые актуальные проблемы, в том числе нерешенные, в указанных направлениях исследований. Она является непосредственным продолжением недавних публикаций [3 - 7].

2. Статистические методы управления качеством

Практика показывает, что бездефектное производство невозможно. Любой технологический процесс дает какое-то количество дефектной

<http://ej.kubagro.ru/2022/04/pdf/25.pdf>

продукции. Как зафиксировано в современной концепции управления производством "Шесть сигм", наименьший возможный уровень дефектности - 3 дефекта на 1 млн. возможностей [8, 9]. Поэтому статистические методы управления качеством актуальны как в настоящее время, так и в обозримом будущем.

Как установлено в [10], первая (в мире) научная работа по статистическим методам управления качеством была выполнена в России. Её автор - выдающийся российский математик и механик, академик Санкт-Петербургской академии наук М.В. Остроградский (1801 - 1861). В работе 1846 г. он писал:

«В сосуде имеются белые и черные шары, общее количество которых нам известно, но мы не знаем, сколько из них какого цвета. Мы извлекаем некоторое количество шаров. Подсчитав, сколько из них белых и сколько черных, снова кладем в сосуд. Требуется определить вероятность того, что общее число белых не выходит из наперед заданных пределов. Или, лучше сказать, мы ищем зависимость между этой вероятностью и пределами, о которых идет речь.

Чтобы понять важность этого вопроса, представим себя на месте того, кто должен получить большое число предметов, причем должны выполняться некоторые условия, и кто, чтобы проверить эти условия, должен на каждый предмет потратить некоторое время. Перед армейскими поставщиками часто стоят такого рода задачи. Для них шары, содержащиеся в сосуде, представляют получаемые предметы, белые, например – предметы приемлемые, как удовлетворяющие определенным условиям, а черные – неприемлемые. (...)

Таким образом, если бы вопрос, который мы перед собой поставили, был решен, поставщик мог бы воспользоваться этим, чтобы свести приблизительно к двадцатой доле часто очень утомительную работу, как,

например, проверку большого количества мешков муки или штук сукна» [11, с.215].

Из приведенной цитаты ясно, что М.В. Остроградский исходит из необходимости решения практических задач контроля качества (на примере больших партий мешков муки или штук сукна). Он предлагает решение на основе математического изучения вероятностно-статистической модели. В рассматриваемой работе М.В. Остроградский заложил основы статистического приемочного контроля - одного из основных разделов статистических методов управления качеством.

За прошедшие с пионерской работы академика М.В. Остроградского более 175 лет в рассматриваемом направлении получена масса научных результатов. Однако история его развития этого направления еще не проработана. Одна из проблем состоит в том, что многие советские разработки остаются закрытыми, в результате мы гораздо лучше знаем зарубежные исследования, чем отечественные. Системам менеджмента качества посвящены стандарты ИСО серии 9000.

В последние годы получил распространение примитивный набор так называемых "семи простых японских методов управления качеством". Этот набор полезен для первоначального знакомства со статистическими методами управления качеством и для начального уровня квалификации работников. Однако им нельзя ограничиваться. Так, надо применять не устаревшие гистограммы, а непараметрические оценки плотности [12 - 15], как это продемонстрировано в [16]. Далее, для статистического контроля процессов в наборе "семи простых японских методов управления качеством" есть только контрольные карты Шухарта, предназначенные для обнаружения мгновенных изменений характеристик контролируемого процесса. В случае постепенной разладки целесообразно применять контрольные карты кумулятивных сумм, которые предназначены для обнаружения постепенной разладки [10]. При построении и изучении

контрольных карт часто принимают гипотезу о нормальном распределении контролируемого параметра. Однако хорошо известно, что распределения реальных данных, как правило, не являются нормальными [16, 17]. Поэтому актуальна разработка непараметрических методов контроля процессов. Такие исследования проводятся в настоящее время (см., например, [18]) и заслуживают дальнейшего развития. Отметим, что алгоритмы обнаружения разладки (в частности, на основе карт Шухарта и карт кумулятивных сумм) используют не только при статистическом регулировании технологических процессов, но и, например, при мониторинге уровня безопасности полетов с целью обеспечения авиационной безопасности [19].

Ряд рекомендаций по проведению статистического контроля получен на основе предельных теорем [10, 20]. Например, включенный в наши учебники по эконометрике [21] алгоритм синтеза плана контроля с заданными приемочным и браковочным уровнями дефектности. Нерешенная задача - выяснить, в каких условиях предельные теоремы дают полезные для практики рекомендации.

Теоретически установлено, что выходной контроль качества продукции у поставщика не является обязательным [10, 22]. В ряде случаев экономически выгодным является переход к другой технико-экономической политике - а именно, к пополнению отпускаемой партии с целью обеспечения гарантированной поставки заданного объема продукции или к организации системы оперативной замены дефектных единиц. Необходима проверка возможности применения таких рекомендаций на практике.

На первый взгляд представляется естественной стандартизация лучших практик в области статистических методов управления качеством. Однако стандартизация может нанести значительный ущерб, если в стандартах имеются ошибки. Так, в СССР в 1970-1980-х годах была

разработана обширная система государственных стандартов в этой области. Однако из-за низкого профессионального уровня разработчиков в стандарты были включены ошибочные рекомендации, что привело к необходимости отмены этих стандартов. Анализ этой ситуации дан в [10, 23]. Организационная проблема обеспечения адекватного научного уровня нормативно-технической документации остается нерешенной. Например, научные сотрудники наиболее признанной среди математиков организации - академического Математического института им. В.А. Стеклова - не стали участвовать в контроле адекватности математического аппарата государственных стандартов по статистическим методам управления качеством продукции, поскольку подобная трудоемкая деятельность не входит в их должностные обязанности.

Как уже отмечалось, есть и другие распространенные заблуждения, например, о возможности реализации бездефектного производства. На самом же деле входной уровень дефектности всегда положителен. Наименьший уровень дефектности, используемый в системе управления качеством "Шесть сигма" - это 3 дефектных единицы продукции на 1000000 возможностей [8, 9]. Реально же уровень дефектности для конкретных технологических процессов редко ниже 0,1%.

3. Анализ, оценка и управление рисками

В литературе встречаются различные определения понятия "риск". По нашему мнению, под риском следует понимать нежелательную возможность. Тогда естественным является деление посвященной рискам научно-прикладной области на три части: анализ рисков - оценка рисков - управление рисками [24, 25]. Первая из них развивается в рамках прикладной области, во второй математические модели и методы применяются для оценки рисков, в третьей на основе такой оценки и

возможностей прикладной области находят способы уменьшения оценки риска. Антоним к понятию риска - безопасность [26, 27].

В настоящее время в теории рисков применяют математические модели и методы трех типов - вероятностно-статистические (включая статистику нечисловых данных), нечеткие и интервальные [25]. Отсюда ясно, что в определение риска нецелесообразно включать упоминание о вероятности, поскольку при этом априори выбирается один из трех типов математического инструментария, а также игнорируется различие между анализом риска и оценкой риска.

Специалисты в конкретных областях зачастую ограничиваются рисками внутри своей области, например, в области организации производства - рисками дефектности (рисками выпуска некачественной продукции, рисками разладки технологических процессов и др. - см. предыдущий раздел) или - в банковской сфере - кредитными рисками. Предварительному описанию многообразия различных видов рисков посвящена статья [28]. Дальнейшая классификация видов рисков в конкретных областях применения, в частности, для производственных систем и организации производства - предмет дальнейших исследований.

При вероятностно-статистическом подходе оценка риска в простейшем случае - это произведение оценки вероятности рискового события на оценку математического ожидания случайного ущерба. Оценивание проводят методами прикладной статистики (с использованием непараметрических доверительных интервалов для вероятности и математического ожидания) [17]. Важна нерешенная методологическая проблема - как оценивать ущерб в случае смерти человека или причинения тяжкого вреда его здоровью, и даже можно ли это обоснованно сделать в принципе.

Для оценивания вероятности рискового события является полезной аддитивно-мультипликативная модель, основанную на трехуровневой

иерархической системе рисков (частные риски - групповые риски - общий риск). Групповые риски оцениваются на основе частных рисков аддитивно, а итоговый риск формируется из групповых мультипликативно. Эта модель была разработана для анализа рисков при выполнении инновационных проектов в вузах [29], затем обобщена для оценки рисков при выпуске новых инновационных изделий на предприятиях [1, 2, 30]. Модель постоянно используется в учебном процессе и выпускных квалификационных работах бакалавров кафедры ИБМ-2 МГТУ им. Н.Э. Баумана для оценки рисков при проектировании продукции и постановке серийного производства. В совместных работах с А.Д. Цисарским аддитивно-мультипликативная модель с успехом применена для оценки рисков проектов при создании ракетно-космической техники [31 - 34]. В ней с помощью экспертных технологий оценивают значимость и распространенность частных рисков. В соответствии с методологией системной нечеткой интервальной математики [35, 36] эти величины могут описываться не только баллами (лингвистическими переменными) или действительными числами, но и как нечеткие числа или интервалы. Актуальная задача - разработка и апробация нечетких и интервальных обобщений аддитивно-мультипликативных моделей оценки рисков проектов, в том числе рисков при выпуске новых инновационных изделий.

В настоящее время теории рисков и ее применениям в различных областях посвящены сотни тысяч статей и книг. В качестве примера отметим разработку автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий АСПАП [37, 38], выполненную под нашим научным руководством в интересах Группы авиакомпаний "Волга - Днепр" в рамках Постановления Правительства РФ № 218. В рамках этого проекта оказалось необходимым провести научные исследования с целью создания новых методов мониторинга уровня

безопасности полетов [19], процедур экспертных оценок [39, 40] и новых подходов к принятию решений [41, 42].

Аналізу научной области, посвященной математическим методам исследования рисков, посвящена обобщающая статья [25]. Менеджмент риска - предмет стандартов ИСО серии 31000. В рамках контроллинга нами выделено новое направление - контроллинг рисков [43] - как часть контроллинга организационно-экономических методов [44].

4. Экологический менеджмент на предприятии

Различным аспектам экологического менеджмента на предприятиях посвящены стандарты ИСО серии 14000. Речь идет об авариях, вредных производствах, загрязнении окружающей среды, плате за них и экологическом страховании, постоянном экологическом риске и аварийном риске. Экологический менеджмент - важнейшая составляющая менеджмента в техносфере [45]. Понятие "безопасность" - это антоним к понятию "риск". При обсуждении проблем экологии часто употребляют оба термина.

Проблемам управления экологической безопасностью посвящены наши работы [46, 47]. В частности, предложено применять инструменты статистического контроля при решении задач экологического мониторинга. Необходима проработка технологий практического использования этих инструментов службами экологического менеджмента на предприятиях в соответствии с спецификой их работы.

Включенные в современный курс эконометрики [36, гл.9], в частности, в учебный процесс кафедры ИБМ-2 МГТУ им. Н.Э. Баумана методы анализа экспертных упорядочений [48] первоначально были разработаны в ходе исследований по химической безопасности с целью выбора технологии уничтожения химического оружия. Необходимо дальнейшее их сопоставление с другими методами экспертных оценок, в

частности, с основанными на использовании медианы Кемени и метода анализа иерархий. Отметим, что отмеченные методы экспертных оценок с успехом применяются в различных областях, в частности, в банковской сфере [49].

Известны различные технологии экспертного оценивания. Наиболее известный в нашей стране учебник по этой тематике [50] (первое издание [51] выпущено в 2011 г.) на кафедре ИБМ-2 ИГТУ им. Н.Э. Баумана. Однако рекомендации по выбору тех или иных методов экспертных оценок для решения конкретных задач организации производства требуют дальнейшей проработки. Так, Федеральный закон от 23.11.1995 г. № 174-ФЗ "Об экологической экспертизе" содержит правовые инструменты для проведения таких экспертиз, но конкретные методы экспертных оценок не указаны. Естественно заполнить этот пробел.

При проведении экологического мониторинга, а также в работе систем контроллинга и организации производства важной проблемой является достоверное обнаружение отклонения факта от плана, т.е. разладки рассматриваемого процесса, его выхода за допустимые границы. Используемые для решения этой задачи методы рассмотрены в [10, 52]. Эти и другие организационно-экономические методы обнаружения разладки применяют и во многих других случаях, например, в системах управления жизненным циклом изделий авиационной техники [19].

5. Управление запасами (материально-техническими ресурсами)

При управлении материально-техническими ресурсами предприятия, в частности, складским хозяйством, используют математические модели управления запасами [53]. Обсудим некоторые проблемы их практического применения.

В настоящее время популярна концепция "бережливого производства" (сопоставим ее с советским лозунгом "Экономика должна

быть экономной" 1980-х годов). Она предусматривает сокращение запасов. Подобная формулировка является некорректной. Запасы не должны быть минимальны, запасы должны быть оптимальны. Как показывает наш опыт, на практике завышение издержек (в разы) может быть связано с тем, что реальные запасы меньше оптимальных.

Оптимизация всегда основана на той или иной экономико-математической (организационно-экономической) модели. Наиболее часто используемой (по крайней мере в США) является классическая модель Вильсона, предназначенная для оптимизации работы склада. В 1970-х годах мы в ЦЭМИ АН СССР выбирали экономико-математическую модель, наиболее подходящую для преподавания основ оптимизационного подхода к анализу и управлению экономическими процессами. Выбор пал именно на модель Вильсона. Ближайшим конкурентом было линейное программирование, однако от его преподавания мы тогда отказались, поскольку решение реальных задач возможно лишь с использованием компьютеров, в то время как полный анализ экономической ситуации на основе модели Вильсона может быть проведен даже школьниками средних классов [54]. Модель Вильсона используется для решения практических задач и в нашей стране [10, 53].

На примере модели Вильсона можно продемонстрировать ряд общих методологических проблем применения организационно-экономических моделей и методов, например, проанализировать проблему горизонта планирования, возникающую из-за того, что оптимальный план меняется при изменении горизонта (интервала) планирования, а продолжительность этого интервала зачастую не удается однозначно задать [55]. Установлено, что, оптимальный план управления запасами нельзя найти на основе формулы квадратного корня [56], вопреки тексту некоторых современных учебников. Вычисления по этой формуле - лишь первый (из четырех) шагов алгоритма оптимизации плана поставок [10]. При анализе модели

Вильсона необходимо использовать теорию устойчивости выводов в экономико-математических моделях и методах [57 - 60]. На ее примере можно разъяснить определения и свойства асимптотически оптимальных планов [10, 55], позволяющих в некотором смысле решить проблему горизонта планирования.

В разработанной нами системе 36 моделей на основе модели Вильсона [10, 61] достаточно подробно изучена лишь одна - классическая модель Вильсона. Для ее обобщения - модели с дефицитом - разработан алгоритм нахождения оптимального плана. Для остальных 34 моделей получена лишь формула квадратного корня. Полноценное изучение каждой из этих моделей - пока нерешенная задача управления запасами при организации производства.

Двухуровневая модель - центральная часть современной теории управления запасами. Алгоритм оптимизации для двухуровневой модели [62] разработан нами на основе предельных теорем о сумме случайного числа случайных слагаемых. Необходимо изучить скорость сходимости и найти условия, при которых мало различаются выводы для предельной и допредельной моделей. Здесь виден целый спектр нерешенных задач, для решения которых может быть полезен метод Монте-Карло (статистических испытаний, имитационного моделирования), как продемонстрировано в [63] на примере анализа критериев однородности двух независимых выборок.

Относящаяся к контроллингу инноваций модель оптимизации моментов выпуска новых моделей продукции на рынок [64] с точки зрения математического аппарата аналогична классической модели Вильсона управления запасами. Необходима апробация модели [64] для нужд организации производства на конкретном предприятии.

6. Искусственный интеллект, организация производства и организационно-экономические модели

Целесообразно обсудить место рассмотренных выше моделей и методов в современных условиях цифровой экономики. Под цифровой экономикой понимаем применение информационно-коммуникационных технологий при решении задач экономики и управления в современных условиях бурного развития компьютерной техники и сетей [65].

В литературе имеется много определений понятия "искусственный интеллект". Будем исходить из определения, данного в Указе Президента РФ от 10 октября 2019 г. №490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации":

"... искусственный интеллект - комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений"¹.

В этом определении прямо ничего не говорится про научную основу "комплекса технологических решений". По нашему мнению [5, 6], в социально-экономической области в качестве такой основы можно и нужно использовать организационно-экономическое моделирование, в том числе рассмотренные выше организационно-экономические составляющие науки об организации производства. Поэтому мы серию наших учебников с общим названием "Организационно-экономическое моделирование"

¹ <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72738946/> (дата обращения 22.01.2022).

переиздали с новым названием серии "Искусственный интеллект" (см., например, [10, 50]).

Иногда неправомерно сопоставляют искусственный интеллект и интеллект человека. Против такого сопоставления были направлены наши выступления в печати еще в начале XXI в.² В некоторых областях современный искусственный интеллект превосходит человека. Например, компьютер с помощью соответствующей шахматной программы обыгрывает чемпиона мира. В других областях, связанных, например с эмоциональной сферой, сопоставление искусственного интеллекта с естественным не имеет смысла. Академик А.Н. Колмогоров говорил (полвека назад в моем присутствии), что искусственный интеллект (робот, андроид) только тогда можно будет сравнивать с человеком, когда он пройдет весь путь развития человека от рождения и до совершеннолетия. Такой искусственный интеллект называют "сильным" (а "комплекс технологических решений" согласно определению Указа Президента РФ от 10 октября 2019 г. №490 - "слабым"). Сильный искусственный интеллект вряд ли будет создан в ближайшие десятилетия, слабый весьма полезен уже сейчас.

Исходя из сказанного выше, можно констатировать, что проблемами искусственного интеллекта автор занимается уже полвека (первая (научно-популярная) статья была напечатана в 1972 г.³ в журнале тиражом 1,5 млн. экз.). Бурное развитие рассматриваемой научно-практической сферы началось с публикации в 1948 г. известной книги "Кибернетика" Н.

² Орлов А.И. Миф XX века: искусственный интеллект / Подводная лодка, 2003. №11. С. 102-103; Орлов А.И. Искусственный интеллект или мощный калькулятор? / Магия ПК. 2003. №3(59). С. 42-45.

³ Орлов А.И., Розенталь А.Л. ЭВМ и Неизвестные. Тринадцатилетний дедушка // Пионер. 1972. №9. С. 55-57.

Винера. Для обозначения потока работ использовались различные термины - кибернетика, информатика, системный анализ, проблемы управления, принятие решений, исследование операций, автоматизированные системы управления, машинная диагностика, математическое моделирование...

Так, сейчас модны нейросетевые методы, основные идеи которых были разработаны в середине XX в. Согласно распространенным определениям (см., например, статью нашего ученика Д.С. Корнеева [66]), нейросеть - это математическая модель (и ее компьютерное воплощение), построенная по аналогии с сетями нервных клеток живых организмов. С нашей точки зрения нейросетевые методы - это частные случаи методов прикладной статистики [17], основанные на использовании обучающих выборок, в частности, для самообучения, поиска решений, распознавания образов. Близкий смысл вкладывается в термины математической теории классификации, в частности, в такие термины, как диагностика, дискриминация, кластер-анализ... [67, 68].

Мода на термины меняется, а суть остается прежней. В середине XX в. много говорили о кибернетике. В настоящее время этот термин встречается редко. Зато появились новые: "Искусственный интеллект", "Цифровая экономика". Если же обратиться к книгам Н. Винера, основоположника кибернетики, то увидим, что он обсуждает актуальные ныне проблемы искусственного интеллекта и цифровой экономики, например, создание автоматизированных производств на промышленных предприятиях и судьбу прежних работников этих предприятий. Научные и прикладные работы по кибернетике массово выпускаются и сейчас. Отметим, что сборник статей, с которого отсчитываем развертывание в нашей стране самостоятельной научной области под названием

"прикладная статистика", назывался "Современные проблемы кибернетики (прикладная статистика)"⁴.

Герой комедии Мольера «Мещанин в дворянстве», при помощи учителей натаскивающий себя на «образованность», удивлялся: «Как!? Когда я говорю: Николь, принеси мне туфли и подай ночной колпак, — это проза? Скажите на милость! Сорок слишком лет говорю прозой — и невдомек!» Аналогично можно сказать, что автор этой работы более полувека занимается проблемами искусственного интеллекта и цифровой экономики. Изменения терминологии можно рассматривать как управленческие инновации. Введение в оборот новых слов позволяет облегчить получение финансирования, решение разнообразных организационных задач. Под знаменем новых терминов создают новые институты, кафедры, журналы, выпускают монографии, статьи, учебники, проводят новые циклы конференций, вводят новые научные и учебные специальности...

.Констатируем, что организационно-экономическое моделирование, в том числе теория принятия решений (включая экспертные процедуры), является научной основой технологий искусственного интеллекта. Это научное направление является всё более востребованным в ходе бурного развития цифровой экономики.

7. Выводы

В настоящей работе дан краткий обзор наших исследований по четырем составляющим теории и практики производственных систем. Это - статистические методы управления качеством продукции; экологический менеджмент на предприятии; анализ, оценка и управление рисками; управление запасами (материально-техническими ресурсами). Все эти

⁴ Современные проблемы кибернетики (прикладная статистика). - М.: Знание, 1981. - 64 с.

области исследований можно рассматривать в русле мощного потока работ в области цифровой экономики и искусственного интеллекта.

Большое внимание в настоящей работе уделяется актуальным нерешенным задачам организации производства. Рассмотрим некоторые из них - по перечисленным выше составляющим теории и практики производственных систем и организации производства.

Весьма актуальна разработка и апробация ориентированных на практику методов контроля процессов, прежде всего непараметрических. Речь идет о достоверном обнаружении существенного отклонения факта от плана, т.е. разладки рассматриваемого процесса, его выхода за допустимые границы.

Необходима проверка возможности применения на практике рекомендаций по замене выходного контроля на другие стратегии технико-экономических отношений производителя с потребителями, в частности, предполагающие пополнение партий или развитие системы технического обслуживания. Нерешенная задача - выяснить, в каких условиях предельные теоремы в области статистического контроля дают полезные для практики рекомендации. Организационная проблема обеспечения адекватного научного уровня нормативно-технической документации остается нерешенной.

Необходимо проработать, прежде всего с практической точки зрения, различные постановки задач управления рисками, в том числе экологическими [47]. В частности, изучить возможность использования помимо математического ожидания других характеристик распределения случайного ущерба, в частности, медианы. Важна методологическая проблема оценки ущерба в случае смерти человека или причинения тяжкого вреда его здоровью. Можно ли в принципе это обоснованно сделать на основе финансовых показателей? Ориентированная на практику

подробная классификация видов рисков применительно к организации производства - предмет дальнейших исследований.

Актуальная задача - разработка и апробация нечетких и интервальных обобщений аддитивно-мультипликативных моделей оценки рисков проектов, а также рисков при выпуске новых инновационных изделий. Целесообразно осуществить дальнейшее развитие автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий АСПАП, в частности, провести исследования в 12 областях, выделенных в основополагающей статье [37].

Имеющиеся рекомендации по выбору тех или иных методов экспертных оценок для решения конкретных задач организации производства требуют дальнейшей проработки. Так, Федеральный закон от 23.11.1995 г. № 174-ФЗ "Об экологической экспертизе" содержит правовые инструменты для проведения таких экспертиз, но конкретные методы экспертных оценок не указаны. Необходима проработка технологий практического применения этих инструментов службами экологического менеджмента на предприятиях в соответствии с спецификой их работы, в частности, дальнейшее сопоставление методов анализа экспертных упорядочений с другими технологиями экспертных исследований, в том числе с технологиями, основанными на использовании медианы Кемени [49 - 51] и метода анализа иерархий.

В разработанной нами системе 36 моделей управления запасами на основе обобщений модели Вильсона [10] достаточно подробно изучена только одна - классическая модель Вильсона. Для модели с дефицитом разработан алгоритм нахождения оптимального плана. Для остальных 34 моделей получена лишь формула квадратного корня. Полноценное изучение каждой из этих моделей - ряд нерешенных задач управления материально-техническими ресурсами как неотъемлемой составляющей организации производства.

Двухуровневая модель - центральная часть современной теории управления запасами. Алгоритм оптимизации для двухуровневой модели [10, 62] разработан нами на основе предельных теорем о сумме случайного числа случайных слагаемых. С целью выяснения условий практического применения этих результатов необходимо изучить скорость сходимости и найти условия, при которых мало различаются выводы для предельной и допредельной моделей. Здесь имеется целый спектр нерешенных задач, очевидно, для их решения может быть полезен метод Монте-Карло (статистических испытаний).

Относящаяся к контроллингу инноваций модель оптимизации моментов выпуска новых моделей продукции на рынок [64] с точки зрения математического аппарата близка к классической модели Вильсона управления запасами. Необходима ее дальнейшее развитие и апробация для решения задач организации производства на конкретном предприятии.

Необходимо развивать научную основу комплекса технологических решений искусственного интеллекта. По нашему мнению [5, 6], в социально-экономической области в качестве такой основы можно и нужно использовать организационно-экономическое моделирование, в том числе рассмотренные выше организационно-экономические составляющие науки о производственных системах и организации производства.

Статья подготовлена на основе доклада на ежегодной всероссийской конференции - XI Чарновских чтениях по производственным системам и организации производства (Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 3-4 декабря 2021 года).

Литература

1. Анисимов С.Н. и др. Проектирование интегрированных производственно-корпоративных структур: эффективность, организация, управление / С. Н. Анисимов, А. А. Колобов, И. Н. Омельченко, А. И. Орлов, А. М. Иванилова, С. В. Краснов; Под ред. А. А. Колобова, А. И. Орлова. Научное издание. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. — 728 с.

2. Колобов А.А., Омельченко И.Н., Орлов А.И. Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость.— М.: Экзамен, 2008. — 621 с.

3. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование в организации производства в эпоху цифровой экономики / Девятые Чарновские чтения. Сборник трудов IX Всероссийской научной конференции по организации производства (Москва, 6 - 7 декабря 2019 г.) - М.: НОЦ "Контроллинг и управленческие инновации" МГТУ им. Н.Э. Баумана, НП "Объединение контроллеров", 2019. - С. 116-123.

4. Orlov A. Organizational and economic modeling in the organization of production in the epoch of digital economy / IX Czarnowski Readings – Annual International Scientific and Practical Conference on the Organization of Production and Industrial Policy. MATEC Web Conf. Volume 311, 2020.

5. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование и искусственный интеллект в организации производства в эпоху цифровой экономики // Инновации в менеджменте. 2021. № 2(28). С. 36-45.

6. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование и искусственный интеллект в цифровой экономике (на примере управления качеством) // Научный журнал КубГАУ. 2021. №169. С.216–242.

7. Orlov A.I. Organization and economic modelling in industries for digital economy // Advances in the astronautical sciences. 2nd. Ser. "2nd IAA/AAS Conference on Space Flight Mechanics and Space Structures and Materials, SciTech Forum 2019" 2021. P. 563-568.

8. Фалько С.Г., Орлов А.И. «Шесть сигм» как подход к совершенствованию бизнеса // Контроллинг. 2004. №4(12). С.42-46.

9. Орлов А.И. «Шесть сигм» - новая система внедрения математических методов исследования // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2006. Т.72. №5. С. 50-53.

10. Орлов А.И. Искусственный интеллект: статистические методы анализа данных. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 843 с.

11. Остроградский М.В. Об одном вопросе, касающемся вероятностей / Полное собрание трудов. Т.3. – Киев: Изд-во Академии наук УССР, 1961. – С.215 – 237.

12. Орлов А.И. Оценки плотности распределения вероятностей в пространствах произвольной природы // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 99. С. 15-32.

13. Орлов А.И. Предельные теоремы для ядерных оценок плотности в пространствах произвольной природы // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 108. С. 316 – 333.

14. Орлов А.И. Непараметрические ядерные оценки плотности вероятности в дискретных пространствах // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 122. С. 833 –855.

15. Орлов А.И. Асимптотика оценок плотности распределения вероятностей // Научный журнал КубГАУ. 2017. №131. С. 845–873.

16. Фалько С.Г., Орлов А.И., Рыкова Я.С. Приоритизация требований стейкхолдеров к проектам в области производственного консалтинга // Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: шансы и риски цифровой экономики: сборник научных трудов IX международного конгресса по контроллингу. - М.: Изд-во НП «Объединение контроллеров», 2019. – С. 204-211.

16. Орлов А.И. Распределения реальных статистических данных не являются нормальными // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 117. С. 71–90.

17. Орлов А.И. Прикладной статистический анализ. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 812 с.

18. Бучаала З. Разработка и исследование непараметрических алгоритмов обнаружения разладки временных рядов: автореф. дисс. канд. техн. наук. М.: МЭИ, 2021. 21 с.

19. Орлов А.И., Шаров В.Д. Выявление отклонений в контроллинге (на примере мониторинга уровня безопасности полетов) // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 95. С. 460-469.

20. Орлов А.И. Асимптотические методы статистического контроля // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 102. С. 1–31.

21. Орлов А.И. Эконометрика. Учебник для вузов. — М.: Экзамен, 2002 (1-е изд.), 2003 (2-е изд.), 2004 (3-е изд.). — 576 с.

22. Орлов А.И. Всегда ли нужен контроль качества продукции у поставщика? // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 96. С. 709-724.

23. Орлов А.И. Сертификация и статистические методы (обобщающая статья). // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1997. Т.63. №3. С. 55-62.

24. Орлов А.И. Методы принятия управленческих решений: учебник. - М.: КНОРУС, 2018. - 286 с.

25. Орлов А.И. Математические методы исследования рисков (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2021. Т.87. № 11. С. 70-80.

26. Махутов Н.А. Актуальные проблемы безопасности критически и стратегически важных объектов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. Т.84. № 1 - 1. С. 5-9.

27. Горский В.Г. Безопасность объектов в техносфере (проблемы химической безопасности) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2005. Т:71. № 1. С. 3-10.

28. Орлов А.И. Многообразие рисков // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 111. С. 53-80.

29. Вологжанина С.А., Орлов А.И. Об одном подходе к оценке рисков для малых предприятий (на примере выполнения инновационных проектов в ВУЗах) // Подготовка специалистов в области малого бизнеса в высшей школе. Сборник научных статей. - М.: Изд-во ООО «ЭЛИКС +», 2001. С.40-53.

30. Орлов А.И. Аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков при создании ракетно-космической техники // Научный журнал КубГАУ. 2014. №102 С. 78–111.

31. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Особенности оценки рисков при создании ракетно-космической техники // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. №43(232). С. 37 – 46.

32. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Метод оценки рисков при создании ракетно-космической техники // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, сер. Машиностроение. 2017. №2 (113). С. 99-107.

33. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Организационно-экономическая модель оценки рисков проектов // Сибирский журнал науки и технологий. 2017. Т.18. № 2. С. 464-470.

34. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Модель оценки рисков проектов при создании ракетно-космической техники // Вестник НПО им. Лавочкина. 2017. №3. С. 89-94.

35. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.

36. Орлов А.И., Луценко Е.В. Анализ данных, информации и знаний в системной нечеткой интервальной математике. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 405 с.

37. Бутов А.А., Волков М.А., Макаров В.П., Орлов А.И., Шаров В.Д. Автоматизированная система прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок // Системы

управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития : Труды III Международной научно-практической конференции (1-2 ноября 2012 г., г. Ульяновск) : в 2 т. – Т.1 – Ульяновск : УлГУ, 2012. - С.313-322.

38. Бутов А.А., Шаров В.Д., Макаров В.П., Орлов А.И. Прогнозирование и предотвращение авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева (национального исследовательского университета). 2012. № 5 (36), часть 2. С. 315-319.

39. Орлов А.И., Савинов Ю.Г., Богданов А.Ю. Опыт экспертного оценивания условных вероятностей редких событий при разработке автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т.14. № 4(2). С.501-506.

40. Орлов А.И., Савинов Ю.Г., Богданов А.Ю. Экспертные технологии и их применение при оценивании вероятностей редких событий // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2014. Т.80. №3. С.63-69.

41. Хрусталева С.А., Орлов А.И., Шаров В.Д. Оценка эффективности управленческих решений в автоматизированной системе прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Том 14. № 4(2). С.535-539.

42. Хрусталева С.А., Орлов А.И., Шаров В.Д. Математические методы оценки эффективности управленческих решений // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013. Т.79. №11. С. 67-72.

43. Орлов А.И. Современное состояние контроллинга рисков // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 98. С. 933-942.

44. Орлов А.И. Контроллинг организационно-экономических методов // Контроллинг. 2008. №4 (28). С. 12-18.

45. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере. Учебное пособие для вузов. — М.: Академия, 2003. — 384 с.

46. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Высокие статистические технологии и системно-когнитивное моделирование в экологии : монография. - Краснодар : КубГАУ, 2019. - 258 с.

47. Орлов А. И. Проблемы управления экологической безопасностью. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 224 с.

48. Орлов А.И. Анализ экспертных упорядочений // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 112. С. 21–51.

49. Жуков М.С., Орлов А.И., Фалько С.Г. Экспертные оценки в рисках // Контроллинг. 2017. №4 (66). С. 24-27.

50. Орлов А.И. Искусственный интеллект: экспертные оценки.— М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 436 с.

51. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Ч.2. Экспертные оценки. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. — 486 с.

52. Митрохин И.Н., Орлов А.И. Обнаружение разладки с помощью контрольных карт // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. Т.73. № 5. С.74-78.

53. Смольников Р.В. Практическое применение математических моделей управления запасами // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008. Т.74. № 3. С.64-69.

54. Гусев В.А., Орлов А.И., Розенталь А.Л. Внеклассная работа по математике в 6-8 классах / 2-е изд. — М.: Просвещение, 1984. — 289 с.

55. Орлов А.И. Существование асимптотически оптимальных планов в дискретных задачах динамического программирования // Научный журнал КубГАУ. 2020. №155. С. 147–163.

56. Орлов А.И. Оптимальный план управления запасами нельзя найти на основе формулы квадратного корня // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 106. С. 270–300.

57. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. — М.: Наука, 1979. — 296 с.

58. Орлов А.И. Новый подход к изучению устойчивости выводов в математических моделях // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 100. С. 146-176.

59. Орлов А.И. Свойства общей схемы устойчивости // Научный журнал КубГАУ. 2020. №161. С. 121–149.

60. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели : монография. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 337 с.

61. Орлов А.И. Оптимальные методы в экономике и управлении. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. — 44 с.

62. Орлов А.И. Асимптотика квантования, выбор числа градаций в социологических анкетах и двухуровневая модель управления запасами // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 123. С. 660 – 687.

63. Орлов А.И. Применение метода Монте-Карло при изучении свойств статистических критериев однородности двух независимых выборок // Научный журнал КубГАУ. 2019. №154. С. 55 – 83.

64. Орлов А.И. Модель оптимизации моментов выпуска новых моделей продукции на рынок // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 102. С. 64– 77.

65. Лойко В.И., Луценко Е.В., Орлов А.И. Современная цифровая экономика. - Краснодар: КубГАУ, 2018. - 508 с.

66. Корнеев Д.С. Использование аппарата нейронных сетей для создания модели оценки и управления рисками предприятия // Управление большими системами. Вып. 17. - М.: ИПУ РАН, 2007. С.81-102.

67. Орлов А.И. Математические методы теории классификации // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 95. С. 23 – 45.

68. Орлов А.И. Базовые результаты математической теории классификации // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 110. С. 219–239.

References

1. Anisimov S.N. i dr. Proektirovanie integrirovannyh proizvodstvenno-korporativnyh struktur: effektivnost', organizaciya, upravlenie / S. N. Anisimov, A. A. Kolobov, I. N. Omel'chenko, A. I. Orlov, A. M. Ivanilova, S. V. Krasnov; Pod red. A. A. Kolobova, A. I. Orlova. Nauchnoe izdanie. — М.: Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana, 2006. — 728 s.

2. Kolobov A.A., Omel'chenko I.N., Orlov A.I. Menedzhment vysokih tekhnologij. Integrirovannye proizvodstvenno-korporativnye struktury: organizaciya, ekonomika, upravlenie, proektirovanie, effektivnost', ustojchivost'.— М.: Ekzamen, 2008. — 621 s.

3. Orlov A.I. Organizacionno-ekonomicheskoe modelirovanie v organizacii proizvodstva v epohu cifrovoj ekonomiki / Devyatye CHarnovskie chteniya. Sbornik trudov IX Vserossijskoj nauchnoj konferencii po organizacii proizvodstva (Moskva, 6 - 7 dekabrya 2019 g.) - М.: NOC "Kontrolling i upravlencheskie innovacii" MGTU im. N.E. Baumana, NP "Ob"edinenie kontrollerov", 2019. - S. 116-123.

4. Orlov A. Organizational and economic modeling in the organization of production in the epoch of digital economy / IX Czarnowski Readings – Annual International Scientific and Practical Conference on the Organization of Production and Industrial Policy. MATEC Web Conf. Volume 311, 2020.

5. Orlov A.I. Organizacionno-ekonomicheskoe modelirovanie i iskusstvennyj intellekt v organizacii proizvodstva v epohu cifrovoj ekonomiki // *Innovacii v menedzhmente*. 2021. № 2(28). S. 36-45.

6. Orlov A.I. Organizacionno-ekonomicheskoe modelirovanie i iskusstvennyj intellekt v cifrovoj ekonomike (na primere upravleniya kachestvom) // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2021. №169. S.216–242.

7. Orlov A.I. Organization and economic modelling in industries for digital economy // *Advances in the astronautical sciences*. 2nd. Ser. "2nd IAA/AAS Conference on Space Flight Mechanics and Space Structures and Materials, SciTech Forum 2019" 2021. P. 563-568.

8. Fal'ko S.G., Orlov A.I. «SHest' sigm» kak podhod k sovershenstvovaniyu biznesa // *Kontrolling*. 2004. №4(12). S.42-46.

9. Orlov A.I. «SHest' sigm» - novaya sistema vnedreniya matematicheskikh metodov issledovaniya // *Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov*. 2006. T.72. №5. S. 50-53.

10. Orlov A.I. *Iskusstvennyj intellekt: statisticheskie metody analiza dannyh*. — M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 843 c.

11. Ostrogradskij M.V. *Ob odnom voprose, kasayushchemsya veroyatnostej / Polnoe sobranie trudov*. T.3. — Kiev: Izd-vo Akademii nauk USSR, 1961. — S.215 – 237.

12. Orlov A.I. Ocenki plotnosti raspredeleniya veroyatnostej v prostranstvah proizvol'noj prirody // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2014. № 99. S. 15-32.

13. Orlov A.I. Predel'nye teoremy dlya yadernyh ocenok plotnosti v prostranstvah proizvol'noj prirody // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2015. № 108. S. 316 – 333.

14. Orlov A.I. Neparаметрические ядерные оценки плотности вероятности в дискретных пространствах // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2016. № 122. S. 833 –855.

15. Orlov A.I. Asimptotika ocenok plotnosti raspredeleniya veroyatnostej // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2017. №131. S. 845–873.

16. Fal'ko S.G., Orlov A.I., Rykova YA.S. Prioritizaciya trebovanij stejkkholderov k proektam v oblasti proizvodstvennogo konsaltinga // *Kontrolling v ekonomike, organizacii proizvodstva i upravlenii: shansy i riski cifrovoj ekonomiki: sbornik nauchnyh trudov IX mezhdunarodnogo kongressa po kontrollingu*. - M.: Izd-vo NP «Ob"edinenie kontrollerov», 2019. – S. 204-211.

16. Orlov A.I. Raspredeleniya real'nyh statisticheskikh dannyh ne yavlyayutsya normal'nymi // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2016. № 117. S. 71–90.

17. Orlov A.I. *Prikladnoj statisticheskij analiz*. — M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 812 c.

18. Buchaala Z. *Razrabotka i issledovanie neparаметрических алгоритмов obnaruzheniya razladki vremennyh ryadov: avtoref. diss. kand. tekhn. nauk*. M.: MEI, 2021. 21 s.

19. Orlov A.I., SHarov V.D. Vyyavlenie otklonenij v kontrollinge (na primere monitoringa urovnya bezopasnosti poletov) // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2014. № 95. S. 460-469.

20. Orlov A.I. Asimptoticheskie metody statisticheskogo kontrolya // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2014. № 102. S. 1–31.

21. Orlov A.I. *Ekonometrika. Uchebnik dlya vuzov*. — M.: Ekzamen, 2002 (1-e izd.), 2003 (2-e izd.), 2004 (3-e izd.). — 576 s.

22. Orlov A.I. Vsegda li nuzhen kontrol' kachestva produkcii u postavshchika? // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2014. № 96. S. 709-724.

23. Orlov A.I. *Sertifikaciya i statisticheskie metody (obobshchayushchaya stat'ya)*. // *Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov*. 1997. T.63. №3. S. 55-62.

24. Orlov A.I. *Metody prinyatiya upravlencheskih reshenij: uchebnik*. - M.: KNORUS, 2018. - 286 s.

25. Orlov A.I. Matematicheskie metody issledovaniya riskov (obobshchayushchaya stat'ya) // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2021. T.87. № 11. S. 70-80.
26. Mahutov N.A. Aktual'nye problemy bezopasnosti kriticheski i strategicheski vazhnykh ob"ektov // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2018. T.84. № 1 - 1. S. 5-9.
27. Gorskiy V.G. Bezopasnost' ob"ektov v tekhnosfere (problemy himicheskoy bezopasnosti) // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2005. T:71. № 1. S. 3-10.
28. Orlov A.I. Mnogoobrazie riskov // Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2015. № 111. S. 53-80.
29. Vologzhanina S.A., Orlov A.I. Ob odnom podhode k ocenke riskov dlya malyykh predpriyatij (na primere vypolneniya innovacionnykh proektov v VUZah) // Podgotovka specialistov v oblasti malogo biznesa v vysshej shkole. Sbornik nauchnykh statej. - M.: Izd-vo OOO «ELIKS +», 2001. S.40-53.
30. Orlov A.I. Additivno-mul'tiplikativnaya model' ocenki riskov pri sozdaniy raketno-kosmicheskoy tekhniki // Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2014. №102 S. 78–111.
31. Orlov A.I., Cisarskiy A.D. Osobennosti ocenki riskov pri sozdaniy raketno-kosmicheskoy tekhniki // Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'. 2013. №43(232). S. 37 – 46.
32. Orlov A.I., Cisarskiy A.D. Metod ocenki riskov pri sozdaniy raketno-kosmicheskoy tekhniki // Vestnik MGTU im. N.E. Bauman, ser. Mashinostroenie. 2017. №2 (113). S. 99-107.
33. Orlov A.I., Cisarskiy A.D. Organizacionno-ekonomicheskaya model' ocenki riskov proektov // Sibirskiy zhurnal nauki i tekhnologij. 2017. T.18. № 2. S. 464-470.
34. Orlov A.I., Cisarskiy A.D. Model' ocenki riskov proektov pri sozdaniy raketno-kosmicheskoy tekhniki // Vestnik NPO im. Lavochkina. 2017. №3. S. 89-94.
35. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaya nechetkaya interval'naya matematika. – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s.
36. Orlov A.I., Lucenko E.V. Analiz dannykh, informacii i znaniy v sistemnoj nechetkoj interval'noj matematike. – Krasnodar: KubGAU, 2022. – 405 s.
37. Butov A.A., Volkov M.A., Makarov V.P., Orlov A.I., SHarov V.D. Avtomatizirovannaya sistema prognozirovaniya i predotvrashcheniya aviacionnykh proisshestvij pri organizacii i proizvodstve vozdukhnykh perevozok // Sistemy upravleniya zhiznennym ciklom izdelij aviacionnoj tekhniki: aktual'nye problemy, issledovaniya, opyt vnedreniya i perspektivy razvitiya : Trudy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (1-2 noyabrya 2012 g., g. Ul'yanovsk) : v 2 t. – T.1 – Ul'yanovsk : UIGU, 2012. - S.313-322.
38. Butov A.A., SHarov V.D., Makarov V.P., Orlov A.I. Prognozirovanie i predotvrashchenie aviacionnykh proisshestvij pri organizacii i proizvodstve vozdukhnykh perevozok // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta imeni akademika S.P. Koroleva (nacional'nogo issledovatel'skogo universiteta). 2012. № 5 (36), chast' 2. S. 315-319.
39. Orlov A.I., Savinov YU.G., Bogdanov A.YU. Opyt ekspertnogo ocenivaniya uslovykh veroyatnostej redkiykh sobytij pri razrabotke avtomatizirovannoy sistemy prognozirovaniya i predotvrashcheniya aviacionnykh proisshestvij // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoy akademii nauk. 2012. T.14. № 4(2). S.501-506.
40. Orlov A.I., Savinov YU.G., Bogdanov A.YU. Ekspertnye tekhnologii i ih primenenie pri ocenivanii veroyatnostej redkiykh sobytij // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2014. T.80. №3. S.63-69.
41. Hrustalev S.A., Orlov A.I., SHarov V.D. Ocenka effektivnosti upravlencheskiykh reshenij v avtomatizirovannoy sisteme prognozirovaniya i predotvrashcheniya aviacionnykh

proisshestvij // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2012. Tom 14. № 4(2). S.535-539.

42. Hrustalev S.A., Orlov A.I., SHarov V.D. Matematicheskie metody ocenki effektivnosti upravlencheskih reshenij // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2013. T.79. №11. S. 67-72.

43. Orlov A.I. Sovremennoe sostoyanie kontrollinga riskov // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2014. № 98. S. 933-942.

44. Orlov A.I. Kontrolling organizacionno-ekonomicheskikh metodov // Kontrolling. 2008. №4 (28). S. 12-18.

45. Orlov A.I., Fedoseev V.N. Menedzhment v tekhnosfere. Uchebnoe posobie dlya vuzov. — M.: Akademiya, 2003. — 384 s.

46. Lojko V.I., Lucenko E.V., Orlov A.I. Vysokie statisticheskie tekhnologii i sistemno-kognitivnoe modelirovanie v ekologii : monografiya. - Krasnodar : KubGAU, 2019. - 258 s.

47. Orlov A. I. Problemy upravleniya ekologicheskoy bezopasnost'yu. — M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 224 c.

48. Orlov A.I. Analiz ekspertnyh uporyadochenij // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2015. № 112. S. 21–51.

49. ZHukov M.S., Orlov A.I., Fal'ko S.G. Ekspertnye ocenki v riskah // Kontrolling. 2017. №4 (66). S. 24-27.

50. Orlov A.I. Iskusstvennyj intellekt: ekspertnye ocenki.— M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 436 c.

51. Orlov A.I. Organizacionno-ekonomicheskoe modelirovanie : uchebnik : v 3 ch. CH.2. Ekspertnye ocenki. — M.: Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana, 2011. — 486 s.

52. Mitrohin I.N., Orlov A.I. Obnaruzhenie razladki s pomoshch'yu kontrol'nyh kart // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2007. T.73. № 5. S.74-78.

53. Smol'nikov R.V. Prakticheskoe primenenie matematicheskikh modelej upravleniya zapasami // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2008. T.74. № 3. S.64-69.

54. Gusev V.A., Orlov A.I., Rozental' A.L. Vneklassnaya rabota po matematike v 6-8 klassah / 2-e izd. — M.: Prosveshchenie, 1984. — 289 s.

55. Orlov A.I. Sushchestvovanie asimptoticheski optimal'nyh planov v diskretnykh zadachah dinamicheskogo programmirovaniya // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2020. №155. S. 147–163.

56. Orlov A.I. Optimal'nyj plan upravleniya zapasami nel'zya najti na osnove formuly kvadratnogo kornya // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2015. № 106. S. 270–300.

57. Orlov A.I. Uстойchivost' v social'no-ekonomicheskikh modelyakh. — M.: Nauka, 1979. — 296 s.

58. Orlov A.I. Novyj podhod k izucheniyu ustojchivosti vyvodov v matematicheskikh modelyakh // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2014. № 100. S. 146-176.

59. Orlov A.I. Svoystva obshchej skhemy ustojchivosti // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2020. №161. S. 121–149.

60. Orlov A.I. Uстойchivye ekonomiko-matematicheskie metody i modeli : monografiya. — M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 337 c.

61. Orlov A.I. Optimal'nye metody v ekonomike i upravlenii. — M.: Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana, 2007. — 44 s.

62. Orlov A.I. Asimptotika kvantovaniya, vybor chisla gradacij v sociologicheskikh anketah i dvuhurovnevaya model' upravleniya zapasami // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2016. № 123. S. 660 – 687.

63. Orlov A.I. Primenenie metoda Monte-Karlo pri izuchenii svojstv statisticheskikh kriteriev odnorodnosti dvuh nezavisimyh vyborok // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2019. №154. S. 55 – 83.

64. Orlov A.I. Model' optimizacii momentov vypuska novyh modelej produkcii na rynok // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2014. № 102. S. 64– 77.

65. Lojko V.I., Lucenko E.V., Orlov A.I. Sovremennaya cifrovaya ekonomika. - Krasnodar: KubGAU, 2018. - 508 s.

66. Korneev D.S. Ispol'zovanie apparata nejronnyh setej dlya sozdaniya modeli ocenki i upravleniya riskami predpriyatiya // Upravlenie bol'shimi sistemami. Vyp. 17. - M.: IPU RAN, 2007. S.81-102.

67. Orlov A.I. Matematicheskie metody teorii klassifikacii // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2014. № 95. S. 23 – 45.

68. Orlov A.I. Bazovye rezul'taty matematicheskoy teorii klassifikacii // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2015. № 110. S. 219–239.