

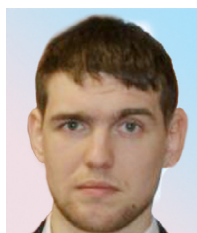
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

DOI: 10.15838/sa.2019.5.22.6

УДК 330.46 | ББК 22.1

© Алферьев Д.А.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОДХОДОВ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ¹



ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ АЛФЕРЬЕВ

Вологодский научный центр Российской академии наук

Российская Федерация, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а

E-mail: alferev_1991@mail.ru

ORCID: [0000-0003-3511-7228](https://orcid.org/0000-0003-3511-7228); ResearcherID: [I-8333-2016](https://pubs.rsos.royalsocietypublishing.org/author/I-8333-2016)

Использование математического моделирования необходимо при нахождении оптимальных или наиболее эффективных решений. При реализации инновационной деятельности на промышленном предприятии возникает большое количество задач, требующих использования точных математических расчетов и правильного выбора методов, при помощи которых их можно реализовать. Из-за их большого разнообразия и уникальности проблем, возникающих в ходе инновационного процесса, появляется потребность в поиске наиболее удобных в применении и быстро реализуемых в условиях производственной практики математических методов. В связи с этим цель статьи заключается в систематизации и структурировании знаний об экономико-математическом моделировании, которое будет способствовать скорейшей реализации задач и решению проблем, возникающих в ходе инновационной деятельности на промышленном предприятии. В соответствии со стадиями инновационного процесса проанализированы наиболее подходящие направления математического моделирования, которые успешно справляются с ранжированием перспективных инновационных идей, оптимизируют программу по выпуску продукции и прогнозируют прибыль реализуемой инновации. В состав выделенных направлений математического моделирования вошли: деревья решений, математическое программирование, теория игр, эконометрическое прогнозирование. В рамках реализации инновационной деятельности представлены их особенности, условия использования и недостатки. Помимо этого, в цепочке инновационного процесса выделена стадия НИОКР. В соответствии с научным направле-

¹ Статья подготовлена в рамках государственного задания № 0168-2019-0007 «Обеспечение конкурентоспособности регионов в условиях научно-технологических изменений и цифровизации экономики».

нием, в рамках которого она выполняется, стадия НИОКР может иметь очень специфический и уникальный подход для своего решения и в соответствии с этим не включается в универсальный алгоритм по реализации инновации. Данная публикация может быть полезна лицам, занимающимся вопросами реализации инновационных проектов на уровне конкретных предприятий или локализованного производства.

Инновация, математическое моделирование, деревья решений, теория игр, математическое программирование, эконометрика, инновационный процесс.

Математическое моделирование является эффективным инструментом для обоснования управленческих решений, оптимизации социально-экономических процессов и явлений, а также прогнозирования последствий того выбора, который был сделан в прошлом [1–4]. Подобные проблемы наблюдаются и при управлении инновационной деятельностью на промышленном предприятии. Следует отметить, что инновации являются фактором конкурентоспособности, но в силу их сложности и неоднозначности специалистам, принимающим решение в данной области, необходима поддержка и объективно понятные, точные и достоверные расчеты. В связи с развитием экономической и математической науки, а также информационных технологий появилось множество различных методов моделирования. Цель статьи заключается в систематизации экономико-математических методов и выборе из них наиболее приемлемых для моделирования инновационной деятельности на промышленном предприятии.

В настоящее время в экономике широко используются как классические общепринятые методы, разработанные на основании теории и методологии арифметики, алгебры, геометрии, математического анализа, так и современные направления, такие как регрессионные уравнения, нейросети, теория игр, агентно-ориентированное моделирование (АОМ) и др. [2; 5]. Из всего этого следует, что модели экономических процессов и явлений весьма разнообразны. Выбор исследователем того или иного математического метода обусловлен стоящими перед ним проблемами и задачами.

Формируемые на начальных этапах исследований описательные, концептуальные

или логические модели опираются на понятия и термины научных направлений, в рамках которых проводится НИР. Они позволяют формализовать рассматриваемый объект с точки зрения предметной области, в рамках которой он исследуется. Такие модели детерминируют логику взаимодействия протекающих в исследуемом объекте процессов и явлений и закладывают базу для дальнейших более глубоких количественных оценок и обоснований. Математические модели в отличие от качественных описаний гораздо лучше поддаются интерпретации, верификации и применяются в практической и прикладной деятельности.

Эффективная реализация инновационной деятельности на различных промышленных предприятиях, так же как и другие социально-экономические процессы, зависит от обоснованных решений [6; 7], которые в обязательном порядке должны быть подтверждены математическими количественными расчетами.

В настоящий момент существует значительное число научных работ, посвященных управлению инновационными процессами. В рамках этих исследований подробно изучено применение экономико-математических моделей. Их использование подробно разобрано и представлено в трудах таких ученых, как Р. Акофф [8], П.Ф. Друкер [9; 10], Г.Я. Гольдштейн [11], А.А. Френкель [12], Г.Б. Клейнер [13], Л.С. Ломакина, В.П. Губернаторов [14], Б. Карлоф [15], Д.В. Макаров [16], Л.Э. Миндели, Л.К. Пипия [17], В.Л. Тамбовцев [18], Л.Л. Антонюк, А.М. Поручник, В.С. Савчук [19] и др.

Все вышеперечисленные труды в различной степени затрагивают и пытаются решить проблемы, присущие каким-либо

отдельным этапам инновационной деятельности и ее эффективного управления, однако попыток в полной мере охватить весь инновационный процесс от зарождения идеи до коммерциализации предпринято не было.

В связи с этим экономико-математическое моделирование инновационной деятельности промышленных предприятий представляет собой актуальную научную проблему, решив которую, можно удовлетворить потребности различных хозяйствующих субъектов: государства, фирмы и компании, граждан страны. Разработанная модель управления инновационной деятельностью промышленной организации должна соответствовать такому требованию, как стабильность в оценке рассматриваемых объектов, обеспечивать максимизацию прибыли и рентабельности продаж, снижение себестоимости выпускаемой продукции, затрат на организационные элементы управления, т. е. обеспечивать промышленную компанию конкурентными преимуществами на долгосрочную перспективу.

Инновационную деятельность предприятия, в том числе и промышленного, целесообразно рассматривать в качестве совокупности инновационных процессов, которые представляют собой последовательность стадий, характеризующихся своими собственными проблемами и задачами: формирование инновационных идей, НИОКР, производство, коммерциализация [20]. Подобного подхода также придерживаются и другие ученые [3], описывая его как процессный. В его рамках возникновение инновации рассматривается в разрезе стадий ее жизненного цикла или, как было сказано ранее, согласно этапам инновационного процесса. О значимости и необходимости данного подхода при управлении инновационной деятельностью в своих трудах упоминают и зарубежные ученые: Г.М. Браун, Р.А. Свенсон [6], Т. Лайне, Я. Паранко, П. Суомала [21]. С учетом задач и проблем, характерных для каждой из выделенных стадий инновационного процесса, могут быть выделены различные математические средства и инструменты.

Необходимо выделить основные конкретные проблемы, которые возникают на каждом из этапов инновационного процесса:

1) генерация знаний – включает в себя проблему отбора инновационных идей, а именно оценку наиболее перспективных и востребованных с точки зрения экономической выгоды проектов;

2) проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ – наиболее разнообразный из цепочки стадий инновационного процесса период, так как он зависит от той области знаний, в которой они проводятся. Методы и средства, которые могут применяться на данном этапе, крайне разнообразны и в большей мере не могут быть описаны какими-либо универсальными моделями;

3) производство инновационной продукции – связано с оптимизацией производственной программы, достижением целевых показателей и эффективным использованием имеющихся у предприятия ресурсов;

4) коммерциализация – стадия инновационного процесса, направленная на распространение разработанного инновационного продукта на рынке и поддержание уровня его продаж на уровне, который обеспечивал бы безубыточность сформированного производства.

Для того чтобы определить математические методы, которые могут быть использованы для решения выявленных выше проблем, необходимо классифицировать существующие математические методы (рис. 1).

В соответствии со спецификой реализации инноваций на промышленном предприятии в большей мере для решения имеющихся проблем подходят экономико-математические методы из третьего столбца (см. рис. 1). Это обусловлено потребностью в оптимизации различного рода технических, транспортно-логистических, управленческих процедур, уникальных для каждого предприятия по отдельности и не имеющих большого объема данных, на которых могли бы строиться достоверные и точные статистические модели.

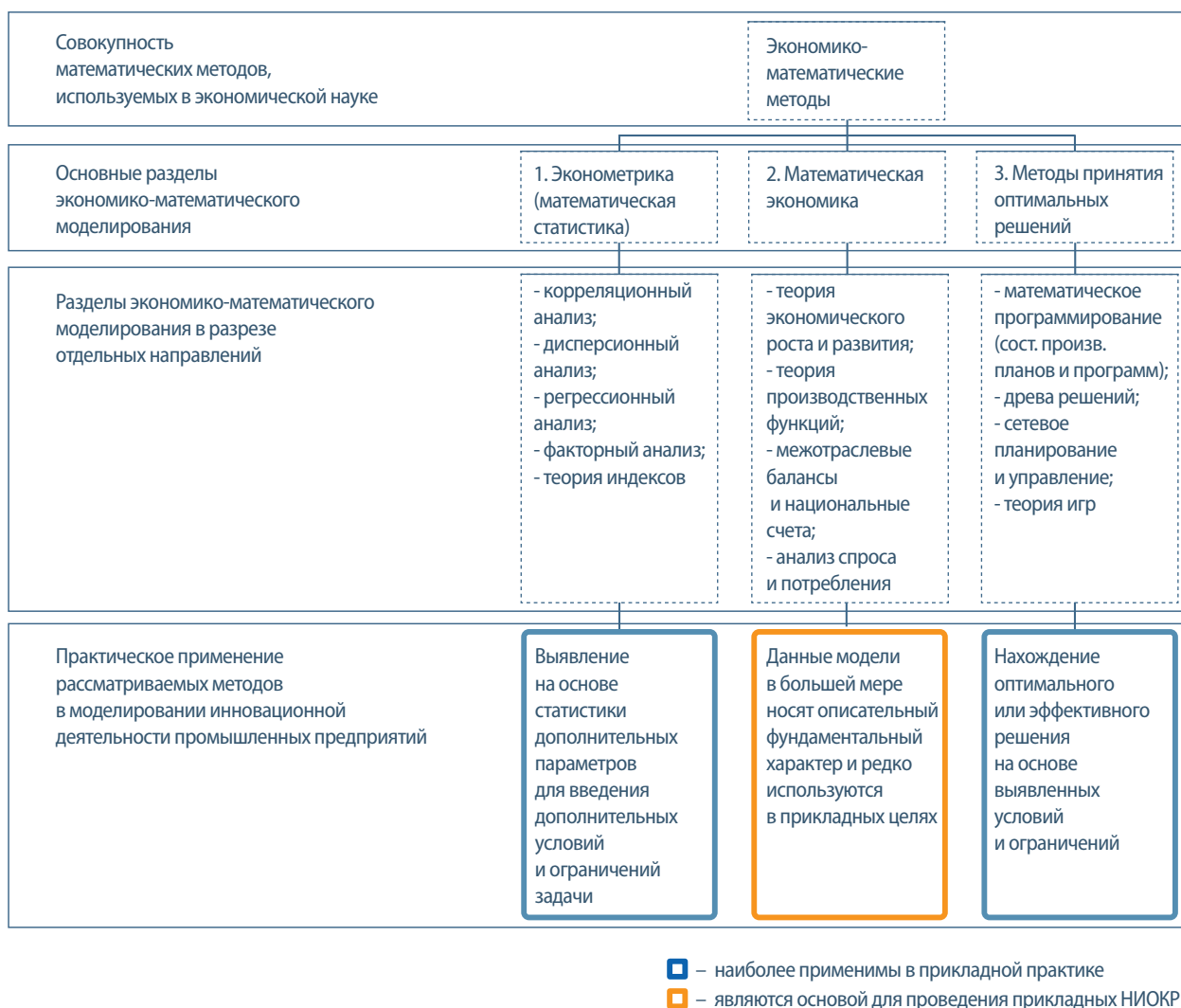


Рис. 1. Структура экономико-математических методов

Источник: составлено автором.

Возвращаясь к структуре инновационного процесса и предваряя прикладные исследования и разработки, отметим, что для отбора инновационных идей может быть использована методология построения экспертных панелей и деревьев решений [22–25].

Метод деревьев решений. Используется для построения последовательного алгоритма принятия эффективного решения, в котором четко прописываются взаимосвязи между различными стадиями выбора. Результатом использования данного метода, который может быть визуально интерпретирован, является «древовидная» структура. Ее получают при помощи разделения иерархии упорядоченных сегментированных данных.

Метод деревьев решений при выборе эффективного решения обладает рядом характерных преимуществ. Главное из них – это наглядность полученных результатов и оценок. Деревья решений также позволяют осознано работать с большим количеством данных. При правильно смоделированном алгоритме информация, полученная на входе, автоматически отсеивается и сортируется в зависимости от заданных потребностей исследователя.

Деревья решений способны обнаружить различные нелинейные связи, которые не всегда можно выявить при помощи стандартных статистических моделей [26]. Кроме того, рассматриваемый метод может

работать с любым типом данных, будь то количественная, качественная, порядковая или номинальная информация. Они устойчивы к выбросам, самостоятельно импугируют пропущенные значения и менее требовательны к распределению для отобранных параметров и переменных.

Однако полученные деревья могут быть значительно детализированы, иметь множество различных ветвей и логических узлов, в результате чего их интерпретация может быть значительно осложнена [27]. В силу иерархичности деревьев значение полученной оценки сильно зависит от изменений в узлах, расположенных выше.

Таким образом, на этапе выбора инновационных идей в условиях ограниченного количества различного рода ресурсов может быть успешно применен метод деревьев решений, где разработанный алгоритм будет отбирать наиболее перспективный инновационный проект, а древовидная структура – описывать систему критериев, по которым проводилась оценка, и их веса по отношению друг к другу.

Как уже отмечалось ранее, для стадии проведения НИОКР использованные методы слишком разнообразны и зависят от тех научных направлений, в которых оно проводится. В связи с этим данную стадию инновационного процесса для разработки общей модели управления инновационной деятельностью промышленного предприятия целесообразнее всего пропустить.

Стадия производства и выпуска инновационной продукции требует точной отладки промышленных цеховых технологических цепочек. Предприятие при этом должно оптимальным образом использовать имеющиеся в его наличии ограниченные ресурсы, а также добиться наилучших планируемых целевых показателей. Подобными вопросами в математической среде занимаются в разделе математического программирования [28–31].

Математическое программирование. Это раздел экономико-математического моделирования, изучающий средства и методы поиска экстремальных значений, выде-

ленных локальных критериев или целевых функций. В число данных искомых величин при моделировании производственных процессов, в том числе и инновационного характера, входят прибыль, рентабельность, выручка от продаж, себестоимость производимой продукции. Соответственно данные значения обусловлены различными естественными ограничениями, выраженными в виде ограниченных ресурсов сырья, полуфабрикатов, кадров, финансовых ресурсов и др. [32; 33]. В зависимости от целевой функции и уравнений ограничений выделяют два основных направления. Одно из них включает в себя задачи линейного и нелинейного программирования, другое – линейного [34; 35].

Методы данного математического направления могут быть успешно использованы при моделировании производственной программы выпуска разработанной инновационной продукции. При их помощи можно обосновать оптимальное использование ресурсов и достичь максимальных значений по выпуску продукции, выручке, прибыли или снизить затраты на производство.

Хозяйствующий субъект при сильном изменении экономической конъюнктуры может резко оказаться в критической ситуации, в результате чего своевременное реагирование на эти изменения может быть затруднительным. В условиях рынка руководитель на стадии планирования должен закладывать все возможные риски, в том числе и при реализации выбранных им инновационных проектов. Следует отметить, что инновационная деятельность нередко сопряжена с различным уровнем вероятности. Указанные вопросы рассматриваются в таком математическом разделе, как теория игр [36–38].

Теория игр. Связана с анализом и оценкой различных экономических ситуаций, сопряженных с недостатком информации или вероятностным характером протекающих процессов и явлений. Впервые теория игр была систематически изложена в работах Дж. Фон Неймана и О. Моргенштейна в 1944 году [38]. Их научный труд в первую

очередь посвящен разбору экономических примеров, так как их довольно несложно описать в численной форме. Уже во время Второй мировой войны теория игр была взята на вооружение и активно использовалась в военном деле. Во второй половине XX века теория игр снова переключилась на экономические проблемы.

Следует отметить, что у данного направления есть ряд ограничений или условий, которые необходимо соблюсти:

1. Использование теории игр затруднено, если у различных сторон игры разное понимание ее сущности. Такая проблема может возникнуть в условиях чрезмерной неясности ситуации – при отсутствии точной и достоверной информации или если данные слишком сложны для восприятия.

2. Теорию игр затруднительно применять при ситуации множественного равновесия (когда нет наилучшего и эффективно-го решения сложившейся проблемы).

3. Если все же удалось определиться с наилучшими вариантами, но все они характеризуют различные частные ситуации, то человек, принимающий решение, не может определиться с наилучшим для него критерием эффективности.

Также следует отметить, что социально-экономические ситуации в реальной жизни оказываются гораздо сложнее и запутаннее. В связи с этим рекомендуемые прогнозы, предложения, рекомендации зачастую носят довольно поверхностный и обобщенный характер.

Тем не менее теория игр позволяет давать довольно обоснованные количественные оценки, которые вкуче с опытом человека, принимающего управленческое или какое-либо иное решение, могут быть довольно эффективны в экономической сфере, в том числе в области инноватики.

В заключение следует отметить, что теория игр является сложной и трудоемкой областью знаний и при ее использовании необходимо соблюдать установленные рамки и допустимые в данной области границы. Отдельные ее элементы могут быть использованы в различных экономико-математических моделях, в том

числе на разных этапах инновационного процесса и в других направлениях инновационной деятельности промышленных предприятий.

Для выяснения взаимодействий между социально-экономическими процессами и явлениями, а также прогнозирования их будущих значений используют эконометрические регрессионные уравнения [39]. С их помощью можно смоделировать динамику будущих продаж и наглядно увидеть, как она будет изменяться при смещении оценок выявленных факторов. Данные методы зависят от большого количества наблюдений, собранных по определенным правилам, и чаще всего используются для моделирования процессов мезо- и макроуровня, но в некоторых случаях, таких как прогнозирование цен, объемов продаж, динамики клиентов и др., могут успешно использоваться для их моделирования на уровне отдельно взятого предприятия.

Эконометрика (математическая статистика в рамках экономико-социальных исследований) объединяет в себе совокупность теоретических результатов экономических исследований, методы и приемы, активно используемые в экономической теории, анализе и статистике [40; 41]. Разработанные на этой основе качественные закономерности приобретают количественные оценки.

В эконометрике используется ряд разнообразных математических методов и средств. Они включают в себя корреляционный и регрессионный анализ, системы одновременных уравнений, а также методы, связанные с теорией вероятностей и математической статистикой.

Возникновение указанного научного направления приходится на начало XVIII века. В XIX веке учеными и исследователями уже активно использовались такие статистические методы, как множественная регрессия, статистическая проверка гипотез, выборочные методы (Р. Фриш, К. Пирсон и Э. Пирсон [41; 42]). Значительный вклад в их развитие и становление внесли отечественные исследователи и ученые в области экономики и математики: Е.Е. Слуцкий [43], Л.В. Канторович [28], В.С. Немчинов [40].

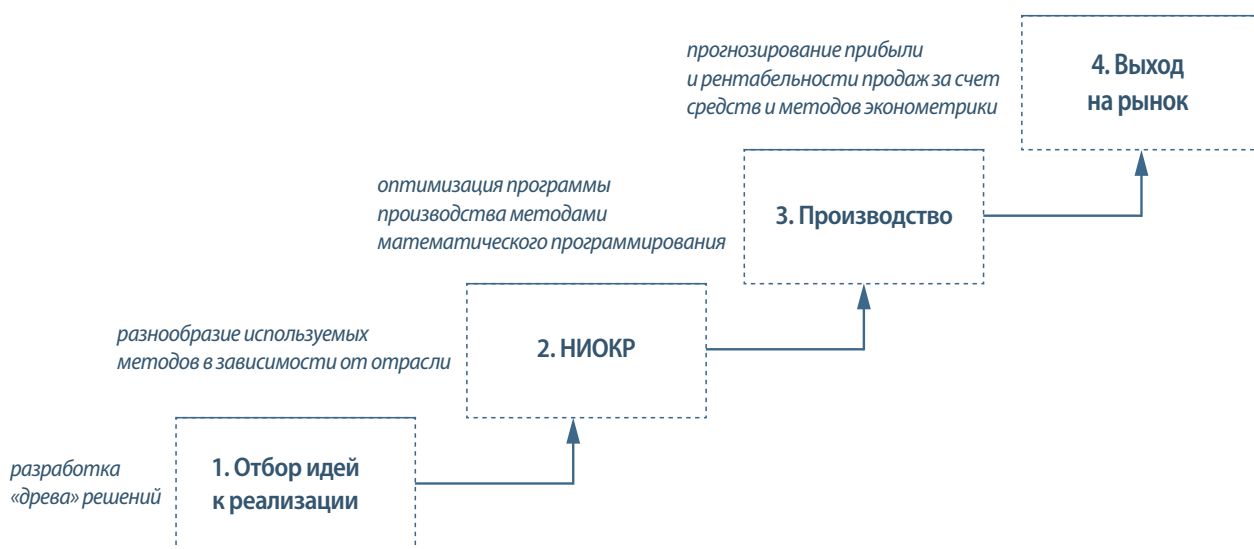


Рис. 2. Основные методы математического моделирования в соответствии с этапами инновационного процесса*

Источник: составлено автором.

* На каждом из выделенных этапов могут присутствовать элементы теории игр.

Из современников следует отметить С.А. Айвазяна². Он занимался внедрением статистических методов в экономику, тем самым заложив крепкий фундамент для развития эконометрического образования в России.

Из сказанного следует, что эффективное управление инновационной деятельностью промышленных предприятий требует качественного использования статистической и экономической информации. Это позволяет лучше понимать хозяйственные процессы, протекающие внутри предприятий и в той внешней среде, в которой оно находится, более точно и достоверно формулировать экономические решения и осуществлять правильные прогнозы. Использование эконометрических методов позволит прогнозировать динамику будущих продаж и в случае расхождения с нормативными оценками своевременно принимать соответствующие управленческие меры.

Таким образом, после проведенной систематизации экономико-математических методов на основании процессного подхода был построен сетевой граф реализации инновационного проекта в соответствии с этапами инновационного процесса, где в виде событий выделены различные операции и технологические процессы, а в роли работы – экономико-математические методы, необходимые для качественного и эффективного моделирования управленческих мер по управлению инновационной деятельностью промышленных предприятий (рис. 2). Этот момент может трактоваться как научная новизна, представленная концептуальной моделью основных методов математического моделирования в соответствии с этапами инновационного процесса.

В соответствии с этим при отборе инновационных идей целесообразно использовать методы, связанные с деревьями реше-

² Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика. Основы эконометрики: учебник для вузов: в 2 т. 2-е изд., испр. Т. 1: Теория вероятностей и прикладная статистика. Т. 2: Основы эконометрики М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 656 с.; Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных: справ. изд. М.: Финансы и статистика, 1983. 471 с.; Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Исследование зависимостей: справ. изд. М.: Финансы и статистика, 1983. 487 с.; Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности: справ. изд. / С.А Айвазян; под ред. С.А. Айвазяна. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.; Айвазян С.А. Методы эконометрики: учебник. М.: Магистр: ИНФРА-М, 2010. 512 с.

ний, которые последовательно и логично позволят оценить возникшую качественную ситуацию и в условиях неопределенности с высокой долей вероятности выбрать эффективный вариант ее решения. При оптимизации процессов производства себя зарекомендовало математическое программирование. Названные методы позволяют определять минимально необходимое количество ресурсов для достижения и реализации на производстве поставленных целей и задач. При прогнозировании будущих трен-

дов в отношении продаж будущего инновационного продукта могут быть использованы эконометрические методы на данных, полученных из ситуаций, аналогичных той, которая должна быть решена.

Представленные материалы могут быть полезны ученым и исследователям, занимающимся вопросами и проблемами инновационной деятельности, а также обучающимся по специальностям, связанным с инноватикой и инновационным менеджментом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кремин А.Е. Проблемы развития инновационной деятельности в малом бизнесе Вологодской области // Современный менеджмент: проблемы и перспективы: мат-лы X междунар. науч.-практ. конф. / Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный экономический университет. СПб., 2015. С. 329–333.
2. Силкина Г.Ю., Юрьев В.Н. Экономико-математическое моделирование в принятии инновационных решений // Изв. СПбГЭУ. 2014. № 3 (87). С. 43–53.
3. Трачук А., Тарасов И. Исследование эффективности инновационной деятельности организаций на основе процессного подхода // Проблемы теории и практики управления. 2015. № 9. С. 52–61.
4. Филатова Л.Д. Экономико-математическое моделирование инновационной деятельности субъектов хозяйствования // Мат-лы XII Всерос. совещания по проблемам управления. М., 2014. С. 6155–6160. URL: <http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/6155.pdf>
5. Корепина Т.А. Сравнительный анализ подходов к моделированию миграции // Вопросы территориального развития. 2017. № 1. URL: <http://vtr.vscs.ac.ru/article/2132>
6. Brown G.M., Svenson R.A. Measuring R&D productivity. *Research-Technology Management (RTM)*, 1988, no. 6, pp. 11–15.
7. Попов А.И. Создание новой модели развития: модернизация и условия перехода к новой экономике // Изв. СПбУЭФ. 2012. № 4 (76). С. 18–26.
8. Акофф Р. Искусство решения проблем: пер. с англ. М.: Мир, 1982. 224 с.
9. Друкер П.Ф. Задачи менеджмента в XXI веке: пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. 272 с.
10. Друкер П.Ф., Макьярелло Д.А. Менеджмент. М.: Издательский дом «Вильямс», 2010. 704 с.
11. Гольдштейн Г.Я. Стратегические аспекты управления НИОКР: монография. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. 244 с.
12. Френкель А.А., Бар-Хиллел И. Основания теории множеств. М.: Либроком, 2010. 552 с.
13. Клейнер Г.Б. Экономико-математическое моделирование и экономическая теория // Экономика и математические методы. 2001. № 3. С. 111–126.
14. Ломакина Л.С., Губернаторов В.П. Информационные технологии диагностирования сложных систем: монография. Воронеж: Научная книга, 2013. 160 с.
15. Карлоф Б. Деловая стратегия. М.: Экономика, 1991. 239 с.
16. Макаров Д.В. Экономико-математическое моделирование инновационных систем // Вестн. КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2014. № 1 (8). С. 66–70.
17. Миндели Л.Э., Пипия Л.К. Концептуальные аспекты формирования экономики знаний // Проблемы прогнозирования. 2007. № 3. С. 115–136.
18. Тамбовцев В.Л. Контрактная модель стратегии фирмы. М.: ТЕИС, 2000. 83 с.
19. Антонюк Л.Л., Поручник А.М., Савчук В.С. Инновации: теория, механизм разработки и коммерциализации. Киев: КНЕУ, 2003. 394 с.

20. Алферьев Д.А. Теоретико-методологические подходы к изучению инновационной деятельности промышленных предприятий // Межрегиональное сотрудничество в формирующемся Евразийском экономическом пространстве: мат-лы междунар. интернет-конф., 2015. С. 101–110.
21. Лайне Т., Паранко Я., Суомала П. Использование концепции деловой игры для развития сервисизации: лонгитюдное исследование // Маркетинг услуг. 2014. № 1. URL: <http://grebennikon.ru/article-z5zf.html#preview>
22. Груздев А.В. Прогнозное моделирование в IBM SPSS Statistics и R: Метод деревьев решений. М.: ДМК Пресс, 2016. 278 с.
23. Машевская О.В. Методика оценки инновационной деятельности промышленного предприятия // Вестн. СамГУ. 2015. № 8 (130). URL: cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-innovatsionnoy-deyatelnosti-promyshlennogo-predpriyatiy
24. Дауров А.М., Дзакоев З.Л. Экспертная оценка показателей инновационного потенциала предприятия // Вестн. Владикавказ. науч. центра. 2014. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekspertnaya-otsenka-pokazateley-innovatsionnogo-potentsiala-predpriyatiya-1>
25. Бабанова Ю.В., Горшенин В.П. Метод оценки инновационной деятельности организации // Вестн. ЮУрГУ. Сер. «Экономика и менеджмент». 2012. № 22. URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-otsenki-innovatsionnoy-deyatelnosti-organizatsii>
26. Aubin J.-P. *Dynamic Economic Theory. A Viability Approach*. Springer, 1997. 510 p.
27. Chan K., Tarantola S., Saltelli A., Sobol' I.M., Scott M. *In Sensitivity Analysis*. John Willey & Sons, Chichester, 2000. 167 p.
28. Канторович Л.В. Математико-экономические работы. Новосибирск: Наука, 2011. 760 с.
29. Рубцов Е.М. О некоторых особенностях определения экономического эффекта инновационных проектов // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. Сер. «Социальные науки». 2015. № 3 (39). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-nekotoryh-osobennostyah-opredeleniya-ekonomicheskogo-effekta-innovatsionnyh-proektov>
30. Леонтьев В.В. Межотраслевая экономика. М.: Экономика, 1997. 479 с.
31. Дякин В.Н., Матвейкин В.Г., Дмитриевский Б.С. Оптимизация управления промышленным предприятием: монография. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 84 с.
32. Абрамов Л.М., Капустин В.Ф. Математическое программирование. Л.: Изд-во ЛГУ, 1981. 328 с.
33. Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Краткий курс теории экстремальных задач. М.: МГУ, 1989. 204 с.
34. Гасс С. Линейное программирование. М.: ФИЗМАТЛИТ, 1961. 304 с.
35. Линейное программирование. Проведение анализа устойчивости найденных оптимальных оценок / А.В. Городжий [и др.] // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5 (2). С. 189–190.
36. Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Шевкопляс Е.В. Теория игр: учебник. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 432 с.
37. Авинаш Д., Барри Н. Теория игр. Искусство стратегического мышления в бизнесе и жизни. М.: Манн, Иванов и Фебер, 2017. 464 с.
38. Нейман Дж., Моргенштейн О. Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970. 708 с.
39. Айвазян С.А. Методы эконометрики. М.: Магистр, 2010. 512 с.
40. Бывшев В.А. Эконометрика. М.: Финансы и статистика, 2008. 480 с.
41. Артамонов Н.В., Ивин Е.А., Курбацкий А.Н. Методическое пособие по эконометрике для социально-экономических специальностей. Вологда: ИСЭРТ РАН, 2016. 184 с.
42. Герасимов Б.И. Экономико-математические модели погрешностей оценки качества: эконометрика: монография. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. 80 с.
43. Слуцкий Е.Е. Экономические и статистические произведения. Избранное. М.: Эксмо, 2010. 1152 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Дмитрий Александрович Алферьев – научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук». Российская Федерация, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а; e-mail: alferev_1991@mail.ru

© Alfer'ev D.A.

SYSTEMATIZATION OF APPROACHES TO MATHEMATICAL MODELING OF INDUSTRIAL ENTERPRISES' INNOVATIVE ACTIVITY

Mathematical modeling use is necessary when finding optimal or most effective solutions. When implementing innovative activities in an industrial enterprise, a large number of problems arise requiring the use of accurate mathematical calculations and the correct choice of methods by which they can be implemented. Because of wide variety and uniqueness of the problems arising in the course of the innovation process, there is a need to find the mathematical methods which are the most convenient to use and can be quickly implemented in the conditions of industrial practice. In this regard, the purpose of the article is to systematize and structure the knowledge about economic and mathematical modeling, which will contribute to the speedy implementation of tasks and solving problems arising in the course of innovation in an industrial enterprise. In accordance with the stages of the innovation process the most suitable areas of mathematical modeling successfully coping with innovative ideas ranking, optimizing the output program and forecasting the implemented innovations profit are analyzed. The selected areas of mathematical modeling include decision trees, mathematical programming, game theory, econometric forecasting. As part of the innovative activities' implementation, their features, conditions of use and disadvantages are presented. In addition, the R&D stage is highlighted in the innovation process chain. According to the scientific direction it is carried out in, the R&D stage may have a very specific and unique approach for its solution and accordingly is not included in the universal algorithm for the innovation implementation. This article may be useful for those involved in the innovative projects' implementation at the level of specific enterprises or localized production.

Innovation, mathematical modeling, decision trees, game theory, mathematical programming, econometrics, innovation process.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Dmitrii A. Alfer'ev – Research Associate, Federal State Budgetary Institution of Science “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”. 56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russian Federation; e-mail: alferev_1991@mail.ru