

2. МНЕНИЯ

УДК: 339. 92

2.1. Разработка уникальной автоматизированной системы долгосрочного планирования НИОКР, производства и развития научно-производственного потенциала космической отрасли СССР

Бендигов М.А., ЦЭМИ РАН, г. Москва

Аннотация. Это, конечно, не научная статья. Скорее – эссе, в котором автор пытается взглянуть на проблему через призму времени, опыта, знаний, впечатлений. Эссе всегда отражает личную точку зрения автора.

Сначала предыстория. Вводная часть.

Историю многолетнего партнерства Организации «Агат» Минобщеша СССР и Математико-экономического отделения (МЭО) Института математики СО АН СССР при разработке автоматизированной системы долгосрочного планирования ракетно-космической отрасли придется начать издалека.

Следует сразу отметить важность результатов этой совместной научной работы для всех её участников: для Организации «Агат» – головного института экономики, информатики и систем управления Минобщеша, для Института математики и его МЭО, и, в конечном счете, для всей ракетно-космической отрасли и экономической науки. По ряду причин.

Во-первых, с успехами в космосе открылись новые возможности в экономическом и социальном развитии мировой цивилизации: космическая деятельность стала одним из драйверов развития мировой экономики – на инициированной успехами волне инноваций были созданы новые индустрии, основанные на знаниях, миллионы интеллектоёмких рабочих мест. Прорыв в космос придал сильный импульс научно-техническому прогрессу, создал основу для широкого применения результатов научных исследований, разработок и технологий практически во всех отраслях экономики. Компетенции в освоении космоса стали одной из характеристик великой державы.

Во-вторых, в связи с усилением роли науки и прикладных научных исследований в технико-технологическом развитии потребовалось пересмотреть теоретические основы процесса долгосрочного планирования масштабных инновационных проектов и целых отраслей экономики. Внимание обратили. И не только в СССР, но и в США¹, главном конкуренте СССР в космосе и космических исследованиях, включая сферу безопасности.

В СССР, как и в США, космос вошёл в сферу важнейших государственных интересов. Успехи в космосе стали одним из ключевых факторов, определяющих стратегический уровень экономической и военной мощи страны, её национальный статус. Развитие ракетно-космической отрасли (РКО) приобрело один из высших и принципиально значимых государственных приоритетов.

Это вызвало поток исследований, посвященных методологии планирования космической деятельности и возможностям использования для этого экономико-математических методов и ЭВМ.

Не утратили эти исследования свою актуальность и в настоящее время. Особенно в свете того, что постсоветский тренд развития гражданского и военного космоса в России, в отличие от основных конкурентов – США, Китая, Индии имеет отрицательную динамику по всем параметрам, и сейчас предпринимаются шаги структурно-управленческого, целеполагающего, финансового и кадрового характера для того, чтобы этот долгосрочный тренд переломить.

Исторический экскурс позволяет констатировать, что основы методологии долгосрочного планирования космической деятельности были заложены в СССР и США в 1950-60-е годы и имели много общего.

В обеих странах в основу долгосрочного планирования была положена методология программно-целевого подхода, заключающегося в представлении различных направлений развития РКТ и космонавтики/астронавтики в целом в виде отдельных крупномасштабных научно-технических и социально-экономических программ или проектов, каждый из которых представлял собой целереализующий комплекс

¹ Например: Memorandum RM-6151-NASA, September 1969. Основные проблемы, связанные с осуществлением функций долгосрочного планирования деятельности NASA в целом, уже были предметом собственных исследований, были достигнуты некоторые успехи. Это было сделано в отсутствие отдельного планирующего органа специалистами, которые, как правило, работали в других областях.

работ, взаимоувязанных между собой как по времени, так и с ресурсами их исполнителей, с внутренними и внешними источниками финансирования.

Учитывалось, что космической деятельности в условиях жёсткой внешней и внутренней конкуренции свойственен взрывной характер развития. Управление и планирование изменений влечет за собой постановку новых задач и разработку нового инструментария их качественного и оперативного решения. Учитывалось также, что этот инструментарий может быть достаточно сложным для лиц, принимающих решения и специалистов в своей системотехнической реализации, что не отменяло его востребованности.

В США в 1969 году был принят уже упомянутый меморандум о долгосрочном планировании в NASA¹, где рассматривались вопросы поддержки принятия стратегических и оперативных управленческих решений не только в этой организации, но и на государственном уровне. Тогда же по заданию NASA основные аспекты процесса долгосрочного планирования космической деятельности исследовались учеными Гарвардской высшей школы деловой администрации, Стэнфордского исследовательского института, Гудзоновского института и стратегического исследовательского центра – корпорации RAND. В результате исследования были определены возможности использования различных методов системного анализа, охватывающих широкий диапазон аналитических методов для целей долгосрочного планирования, имеющих большое значение для NASA и управления развитием РКТ и аэронавтики.

После этого появились многочисленные научные публикации, посвященные более конкретным результатам исследований по этой тематике. Речь шла об использовании математического аппарата в практике управления и планирования космической деятельности как на государственном, так и на корпоративном уровне. Рассматривались различные методы и подходы, в частности, использование линейного программирования, теории игр, системного анализа и др. Эти методы распространялись и на планирование отдельных научно-технических проектов в рамках программно-целевого подхода с использованием формализованных процедур.

Уже в 1960-е годы отмечалось, что сложные задачи управления космической деятельностью можно решить только с использованием высокопроизводительных ЭВМ и формализованных процедур поддержки принятия решений.

Относительно применения методов оптимизации планово-управленческих решений утверждалось, что, например, линейное программирование, в принципе, можно использовать при решении задач, которые удовлетворяют определенным требованиям, то есть должна существовать какая-то цель, которую можно выразить количественно (например, максимальная прибыль или минимум затрат); необходимо иметь общую количественную меру эффективности; выделяемые и распределяемые ресурсы имеют какой-то верхний предел; альтернативные ресурсы можно сравнивать. Из этой фиксации делался вполне адекватный, реалистичный вывод о том, что большинство основных проблем, связанных с долгосрочным планированием в NASA, довольно трудно структурно формализовать так, чтобы их можно было решить с помощью линейного программирования или с помощью каких-либо других методов математического программирования². Последующая практика подтвердила этот вывод.

Но при планировании космической деятельности нашлось много других областей и задач, где использование экономико-математических методов вполне эффективно. В первую очередь это касалось моделей финансовых затрат и их расписания по жизненному циклу продукта³.

Хотя и сейчас, когда возникают проблемы с реализацией проектов, перерасходом бюджетных средств, срывом установленных сроков, – именно к этим моделям планирования и ценообразования, к их способности учитывать неопределённости и изменения в современной производственной, операционной и технологической среде промышленных предприятий, вторичности технико-экономических обоснований по отношению к поставленным целям и задачам проектов, слабости контроля ценообразования и его непрозрачности на предприятиях (точь-в-точь как на отечественных предприятиях, выполняющих госзаказ), у американских законодателей возникает больше всего вопросов.

В СССР аналогичные исследования велись в головных институтах ракетно-космической отрасли промышленности, в ряде НИИ Министерства обороны, Академии наук и других ведомств. Тогда это направление развивалось в рамках общих государственных решений о создании отраслевых автоматизированных систем управления (ОАСУ) и АСУ предприятий на базе вычислительных центров отраслевых ведомств и отдельных предприятий и их объединений. Больше всех преуспела в этой области отрасль приборостроения, первой перешедшая на хозрасчетные принципы хозяйствования и создавшая для поддержки управленческих решений систему «АСУ-Прибор».

Одним из первых примеров решения прикладных задач в интересах развития отечественной ракетно-космической отрасли промышленности можно назвать ситуацию, сложившуюся в отрасли в связи с закрытием проекта создания ракеты-носителя космического назначения супертяжелого класса Н1 (Носитель №1) в рамках так называемой «лунной» программы СССР. Реализация дорогостоящего проекта

¹ NASA – National Aeronautics and Space Administration (Национальная воздухоплавательная и космическая администрация) – ведомство в структуре федерального правительства США, подчиняется непосредственно вице-президенту США. Иногда в русском переводе используется название: Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства.

² Hillier F.S., Lieberman G.J. Introduction to Operations Research. Holden-Day, Inc., 1967.

³ Идея и решение задачи расписания затрат по полному жизненному циклу изделия (темы НИОКР) впервые были реализованы в ЦНИИМАШ в 1960-е годы.

(несколько млрд. руб., что было сопоставимо с затратами на строительство нескольких новых крупных машиностроительных заводов) потребовала создания и ввод в действие весьма значительных производственных мощностей. С закрытием несостоявшегося проекта встал вопрос о наиболее эффективном использовании созданного потенциала, его переспециализации под решение других насущных задач отрасли. Было принято решение использовать для этого не только интуитивно-эмпирический подход лиц, принимающих решения (ЛПР), но и научные методы принятия управленческих решений в рамках теории систем поддержки принятия решений (СППР).

Ключевым фактором переспециализации предприятий и размещения на них производства новой продукции была определена степень производственно-технологической однородности новой продукции и продукции, уже производимой предприятием: продукция является технологически однородной, если при её производстве используется (необходим) близкий по своему составу и техническим характеристикам набор технологического оборудования. Производственно-технологическая однородность изделий техники влечёт за собой эффекты увеличения серийности отдельных узлов и деталей этих изделий и, соответственно, снижения себестоимости изготовления как узлов и деталей, так и изделий в целом.

Надо отметить, что определение степени однородности новой и «прежней» продукции предприятия потребовало глубоких знаний организации и технологий производства, конструкции изделий, структуры активной части основных производственных фондов (парка оборудования) предприятия.

Исследование потребовало разработки системы экономико-математических моделей специализации и размещения машиностроительного производства сложной, высокотехнологичной продукции и нетривиальной адаптации одного из методов нелинейного программирования, исследования производственных паспортов предприятий и данных о состоянии их основных производственных фондов, подготовки большого объёма исходной информации, ранее не использовавшейся в экономических расчетах, разработки программного комплекса как для расчетов исходной информации (коэффициентов однородности), так и для непосредственной циклической генерации вариантов возможных решений поставленной задачи и их последующей оптимизации по заданным ЛПР критериям. В расчеты были приняты все головные предприятия и основная, важнейшая номенклатура продукции отрасли РКП. Преобразования оптимизационных матриц были такой размерности, что для расчетов были пригодны только ЭВМ БЭСМ-6 с удвоенной памятью. Такая ЭВМ была только в ЦНИИМАШ.

Результаты исследования, естественно, без посвящения в детали, обсуждались с сотрудниками ЦЭМИ, которые предложили апробировать метод доведения до целочисленного решения задачи оптимизации размещения и специализации индивидуального и мелкосерийного производства продукции, каждая плановая единица которой характеризовалась высокой себестоимостью и длительным циклом изготовления. Хотя это уже не имело принципиального практического значения, результаты метода представляли научный интерес. Результаты моделирования и последующего двухстадийного (непосредственно оптимизация плюс доведение до целочисленности) решения задачи размещения и специализации производства отрасли наукоемкого машиностроения были опубликованы в научном сборнике ЦЭМИ в 1975 году (Колбин и др. 1975). Применительно к космической деятельности это была, надо полагать, первая публикация такого рода (о применении экономико-математических методов в планировании и обосновании управленческих решений в сфере космической деятельности) в нашей стране. При расчетах функционал был улучшен на 7% (в стоимостном выражении это вылилось в большую сумму госсредств), что было признано хорошим результатом – расчеты были повторены (профинансированы) ещё раз на обновленных данных. Оптимальное размещение только нескольких изделий не совпало с размещением, предложенным экспертами-технологами, что свидетельствовало о высоком качестве и эффективности экспертного знания специалистов отрасли.

Есть и другой пример применения ЭММ в планировании космической деятельности, более масштабный и сложный в своей реализации.

В 1980-е годы в отрасли РКП в рамках фундаментальной НИР, утвержденной на правительственном уровне, разрабатывалась высокоинтеллектуальная интерактивная система¹ комплексного программно-целевого планирования НИОКР, производства и инвестиций, в основу которой была положена концепция согласованного единства стратегических целей функционирования наукоемкой (свыше 50% объёма валового выпуска отрасли приходилось на НИОКР), высокотехнологичной отрасли РКП в условиях усиливающейся международной конкуренции в сфере космических технологий и необходимости обеспечения национальной безопасности государства; путей развития ее научно-технического и производственного потенциала; ресурсосбережения и оптимального использования финансовых, материальных и трудовых ресурсов; учета специфики развития высокотехнологичных и наукоёмких производств.

Для эксплуатации системы были созданы теоретико-методологические и практические основы соответствующей информационной технологии, в том числе была осуществлена структуризация программно-плановых задач, их системное моделирование, создан программно-аппаратный комплекс, воплотивший в себе алгоритмизацию и автоматизацию процесса принятия управленческих решений при долгосрочном планировании космической деятельности.

¹ См. (Жбанов, Ваницкий, Бендилов, 1986), а также (Ваницкий, Жбанов, Бендилов, 1987, 1989б). (Бендилов, 1994, 1995, 2000) и (Багриновский, Бендилов, 2013).

Для решения этой задачи Организацией «Агат» (возможно, по примеру NASA, привлекавшего к работам ученых лучших университетов США) был привлечен Институт математики СО АН СССР, его Математико-экономическое отделение.

Теперь история.

Об опыте партнёрства Математико-экономического отделения Института математики СО АН СССР и Организации «Агат» Минобщемаш. Взгляд со стороны Организации «Агат»

После того, как космос вошёл в сферу важнейших государственных интересов и стал определять стратегический уровень экономической и военной мощи страны, в 1965 году для лучшего исполнения этой функции в машиностроительном комплексе была выделена специализированная отрасль во главе с Министерством общего машиностроения СССР (Минобщемаш).

При новой организации и становлении отрасли с ростом задач и масштабов работ вскоре выявилась проблема её текущего и особенно долгосрочного планирования, не свойственная другим машиностроительным отраслям, где, как правило, производство было крупносерийным или массовым или технологии постепенно совершенствовались, но этот процесс не доминировал над стационарным производством.

В Минобщемаш всё производство основной¹ продукции было малосерийное или единичное, по сути – экспериментальное. Структура валового продукта отрасли, а это одна из ключевых её характеристик, также сильно отличалась на фоне других отраслей своим сверхвысоким удельным весом НИОКР в его общем объеме (в стоимостном выражении – на уровне не менее 50%).

Это потребовало поиска принципиально иного подхода к долгосрочному планированию сбалансированного и скоординированного развития основных носителей потенциала отрасли – её серийных и опытных производств, сложившихся конструкторских школ по разным направлениям создания ракетно-космической техники (РКТ) с уникальной экспериментальной и лабораторно-испытательной базой и разветвленной полигонной инфраструктурой, научно-исследовательских институтов, образовательных учреждений подготовки кадров высокой квалификации.

Один из создателей системы тематического планирования НИОКР в РКО (он же и первый директор Организации «Агат») позже отмечал: «Учитывая особенности Минобщемаш СССР, классическая модель В.В. Леонтьева баланса мощностей «затраты-выпуск», по которой в соответствии с директивами Госплана СССР, планировалась и отчитывалась вся промышленность Советского Союза, где основной объём работ составляло массовое и крупносерийное производство изделий, позволяющей описывать внутреннюю структуру производства (технологии), а также взаимосвязь ресурсов и готовой продукции, *ракетно-космической отрасли не подходила*. В модели «затраты-выпуск» ключевыми характеристиками технологий, определяющими зависимости выпуска продукции и затрат производственных ресурсов, служат коэффициенты прямых затрат (технологические коэффициенты)»².

Проблема оказалась нетривиальной: нужно было обеспечить сопряжение планов НИОКР конструкторских организаций во главе с Главными конструкторами, возможностей Министерства (и государства) по их финансированию, возможностей предприятий по их реализации. Выполнение планов подразумевало слаженную работу предприятий и научно-конструкторских организаций, гармонизированную загрузку их потенциалов на всю перспективу совместных работ. Недопущение застоя в работе промышленных предприятий из-за отсутствия новых заказов и застоя тематики КБ и НИИ из-за отсутствия спроса со стороны предприятий на конструкторские заделы создания новой техники означало, в том числе, и исполнение всеми ими своей социальной функции.

Потребовалось создать эффективную систему планирования³ и управления деятельностью организаций и предприятий отрасли, которая учитывала особенности разработки, отработки и производства РКТ по её полному жизненному циклу – от замысла до прекращения эксплуатации.

Создание такой системы потребовало первоочередных изменений в тематическом планировании, которое, имея в основе методологию программно-целевого подхода, предполагало разработку комплекса взаимоувязанных планов, а впоследствии и планов-графиков выполнения работ по каждой теме НИОКР с оперативным контролем их выполнения и принятием решений:

- годовой тематический план НИОКР предприятий;
- план материально-технического обеспечения и комплектации;
- план создания лабораторно-стендовой базы испытаний для наземной отработки;
- план строительства и реконструкции объектов на космодромах и полигонах по контрольно-испытательной проверке разработанного комплекса в целом и допуску его на целевые пуски.

¹ Гражданская продукция, а это был следующий после основной по значимости раздел плана каждого промпредприятия отрасли, могла быть и серийной и массовой, как, например, производство тракторов «ЮМЗ» на Южном машиностроительном заводе (порядка 60 тыс. ежегодно). Но для такой продукции планирование осуществлялось непосредственно предприятиями вполне нормативно в русле методологии Госплана СССР.

² Экономический взгляд извне на эффективность деятельности государственных корпораций в условиях рынка: монография / В.М. Чебаненко, М.С. Демин. – Москва: РУСАЙНС, 2021. – 164 с.

³ В общем смысле понятие планирования можно сформулировать как сознательное определение курса действий и разработка конкретных мер для достижения поставленных целей.

Все планы, естественно, должны были быть взаимосвязаны по целям, содержанию и срокам реализации.

Первым шагом на этом пути стало создание в 1966 г. в головном ЦНИИ машиностроения (ЦНИИ-МАШ) отдела тематического планирования и технико-экономического анализа. Перед отделом была поставлена задача разработки тематического плана НИОКР отрасли, обеспеченного ресурсами, приемлемого для заказчика в лице государства, НИИ и КБ, промышленных предприятий.

С этого отдела началась целеустремлённая исследовательская и организационно-методическая работа по созданию *автоматизированной* системы тематического планирования НИОКР и оперативному контролю важнейших ОКР с переходом на новый плановый показатель «завершаемые работы» в номенклатуре по стадиям и этапам создания ракетно-космической техники и по объёму в стоимостном выражении на основе сметных стоимостей. Методологическое новшество ЦНИИМАШ было поддержано Госпланом и ЦСУ.

Показатель «завершаемые работы» стал основным плановым показателем в высоко наукоемкой отрасли, связавшим планирование НИОКР и отчётность работ предприятия с технологическим процессом разработки, наземной отработки и опытного производства ракетно-космической техники.

Большинство причин, по которым не аппарат научного главка министерства, а ЦНИИМАШ централизовал у себя процесс тематического планирования, кратко сводились к следующему:

- длительный полный жизненный цикл изделий РКТ;
- наличие бюджетных ограничений, что обуславливает поиск альтернатив их распределения и наиболее рациональных управленческих решений;
- многообразие и сложность тем НИОКР, обусловленные множеством отличных друг от друга целей, трудностью их количественного описания и предполагающее необходимость оказания помощи ЛПР в виде рекомендаций.

Кроме того, здесь же, в ЦНИИМАШ, тем же отделом осуществлялся оперативный мониторинг выполнения плана по каждому изделию/теме для службы главного диспетчера министерства и подчинённого ему отдела контроля НИОКР – для парирования и исключения рисков выполнения плана, для принятия мер реагирования¹.

В 1969 году специалистами отдела была создана уникальная автоматизированная система разработки тематических планов и контроля НИОКР отрасли с необходимой материально-технической базой во всех организациях министерства. Сделано было это на слабо пригодных для этих целей ЭВМ М-222 (они использовались главным образом для управления спутниками, уточнения и координации их полетных заданий, приёма и обработки информации научного и гражданского назначения, поступающей от спутниковой группировки), что делало честь специалистам и программистам. Подобной системы не было ни у одной наукоемкой отрасли.

Так продолжалось до середины 1970-х годов. Система развивалась, переходила на новые, более совершенные вычислительную технику и информационно-коммуникационные технологии, появлялись новые возможности. Но стремительно росла и отрасль – не менее 8% ежегодно, и, следовательно, объем тематики и кооперационных связей НИОКР, что являлось объектом планирования и контроля реализации.

В системе принятия решений на всех уровнях управления был заложен принцип повышения показателя реальности выполнения плановых заданий по НИР и ОКР, как в части существа выполняемых работ, так и по объёмам работ в стоимостном выражении, с одновременным снижением рисков за счёт эффективности управляющих решений при возникновении отклонений от плановых заданий по срокам и стоимости работ.

Система была востребована. Прежде всего, потому что в Минобщемаш пошли на риск, решительно и одномоментно отказавшись от традиционной, «бумажной» технологии планирования НИОКР, – тематический план изначально формировался только в машинной форме и методологии. И не аппаратом министерства, а специалистами отдела². Немногочисленные сотрудники научного главка Минобщемаш физически не могли это сделать в сроки, установленные общим, госплановским регламентом разработки планов социально-экономического развития страны.

При этом планы социально-экономического развития отрасли, в том числе система планирования производства в целом, в том числе опытные работы, оставались в компетенции плановых отделов

¹ В современной терминологии отдел, по сути, выполнял функцию ситуационного центра, но только в одной области – планирования и мониторинга/контроля реализации тем ОКР и НИР по каждому изделию РКТ.

² Они были переведены из ЦНИИМАШ в его московский филиал на самостоятельном балансе – Организацию «Агат», созданную в 1973 г. В 1991 г. Организация «Агат» стала отдельным от ЦНИИМАШ государственным предприятием. С 1992 г. находилась в ведении [Российского космического агентства](#), затем [Росавиакосмос](#), [Роскосмос](#). Тогда и сейчас трудно сказать, почему Организация «Агат» была названа именно «организацией», а не НИИ или ЦНИИ «Агат». Их в стране было несколько, каждый в своей отрасли. Можно только предположить, что причина была в том, что, в отличие от тех НИИ и ЦНИИ, Организации «Агат» были приданы некоторые функции управления: планы НИОКР формировались, осуществлялся мониторинг и контроль их выполнения только ею, а не аппаратом Главного научного управления Министерства, который, естественно, тоже в этом участвовал, выполняя ключевую роль – устанавливал приоритеты НИОКР и в соответствии с ними распределял бюджетные средства и по НИОКР, и по каждому КБ, НИИ.

каждого из производственных главков, которым были подчинены заводы, каждый со своим плановым отделом и вычислительным центром, и Главного планово-производственного управления Министерства.

В середине 1970-х в руководстве Минобщеша пришло понимание, что в конкурентной борьбе за космическое лидерство США начали опережать во многом благодаря системе управления масштабными исследовательскими проектами национального значения. Наглядно это проявилось в «лунной гонке», когда Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) оперативно и жестко контролировало пилотируемую программу «Сатурн»-«Аполлон». После рассмотрения возможных альтернатив достижения цели и принятия решения детально спланированная программа выполнялась последовательно и скрупулезно точно. Не считаясь с затратами, добивалась на каждом этапе требуемого результата. В конечном счете это обеспечило США триумфальное осуществление грандиозной программы – нескольких экспедиций человека на Луну.

Перед научными подразделениями и специалистами в области методологии планирования исследований и развития производства РКТ явственно обозначилась проблема объективной необходимости глубокой модернизации подхода к активно развиваемой по типовому проекту автоматизированной системе управления отраслью в целом, её предприятиями, научными и конструкторскими организациями, отдельными научно-производственными программами.

Задача, конкретно вставшая перед Организацией «Агат», заключалась в разработке комплекса алгоритмов согласования перспективных планов НИОКР и планов производства с учетом развития мощностей предприятий и организаций отрасли (в обеспечение развития ОАСУ). Именно к решению этой более масштабной задачи, нежели автоматизация формирования тематического плана, Организацией «Агат» и был привлечен Институт математики СО АН СССР.

Совместные новые разработки имели целью совершенствование методологии и инструментария перспективного планирования создания новой техники и развития научно-технического потенциала отрасли на основе системного подхода, использования балансовых моделей в сочетании с моделями полных жизненных циклов¹ основной продукции отрасли (технических комплексов РКТ), обеспечивающих возможность увязки показателей НИР, ОКР и серийного производства с распределением централизованных финансовых ресурсов² при осуществлении прогнозных экономических оценок реализуемости целевых программ и отраслевых планов в жестких условиях ограниченности ресурсов и производственных возможностей предприятий и организаций-исполнителей работ, а также возможности оценки влияния указанных ограничений и приоритетов на объемы и сроки выполнения работ по каждой теме каждым исполнителем.

Необходимо было выполнить разработку оптимизационных и имитационных экономико-математических моделей функционирования предприятий и КБ и соответствующего программного обеспечения, позволяющих оценивать их финансовое состояние, размеры фондов развития и экономического стимулирования в зависимости от планируемых объемов работ. Это было особенно важно в связи с начавшимися в отрасли процессами диверсификации и конверсии производства и разработок.

По большому числу задач типовой ОАСУ вопросы реализации не возникали – задачи, в основном, рутинные, решались методами выборки и прямого счета, предназначались для машинной обработки оперативной, отчетной или плановой информации. Но отрасль РКТ в силу специфики была уникальной и, следовательно, атипичной. Наиболее наглядно и конкретно это проявлялось, как уже отмечалось, в стоимостной структуре её валового продукта. Как ни в одной другой отрасли машиностроения, наибольший удельный вес в структуре составляло не основное, а опытное производство в совокупности с работами КБ и НИИ, направленными на формирование научно-технического и технологического задела, испытание техники, создание и поддержание необходимой для этого экспериментально-исследовательской и контрольно-испытательной базы, наземной и иной инфраструктуры. Основные методологические, вычислительные и технические проблемы были связаны с согласованием текущих и перспективных планов НИОКР и производства, их увязкой с развитием обеспечивающих выполнение этих планов мощностей предприятий и организаций отрасли, с обоснованием их эффективности.

Для решения этих проблем Организацией «Агат» выполнялись ФНИР³ по созданию в отрасли автоматизированной модельной технологии долгосрочного программно-целевого планирования, разрабатывались и утверждались методики по расчету производственных мощностей и возможностей (т.е. с

¹ Под *жизненным циклом технического комплекса (ЖЦТК)* понимался комплекс работ и мероприятий, выполняемых в строго определенной последовательности всеми его исполнителями. ЖЦТК охватывал все этапы его воплощения – обоснование замысла, проведение НИОКР, подготовка производства, непосредственно производство, поддержание эксплуатации. ЖЦТК характеризовался структурой, составом работ и мероприятий, совокупностью исполнителей и заказчиков, контролируемые событиями. *Работу* характеризовали: вид, если работа (мощности, на которых она выполняется, специалисты) является дефицитной; сроки (продолжительности) выполнения; объем в стоимостном и натуральном выражении; ресурсы (финансовые, трудовые, материальные, производственные); заказчик, финансирующий работу; исполнитель.

² Для этого на жизненный цикл каждого вида основной продукции накладывалась финансовая сеть, связывающая все этапы работ и их исполнителей.

³ Тогда по установленному правительством порядку к выполнению фундаментальной НИР обязательно привлекались в качестве соисполнителей НИИ Академии наук и, в случае необходимости, высшие учебные заведения, в нашем случае – МАИ.

учетом ограничений по труду рабочих специальностей) предприятия в обоснование плана производства, в том числе опытного. С Госпланом было согласовано методологическое новшество – определение понятия «оптимальная производственная мощность».

По прошествии времени трудно определённо заключить, исходя из каких соображений и критериев руководство Минобщемаш (по инициативе Организации «Агат», уже озадаченной выполнением указанных ФНИР) во второй половине 1970-х приняло решение обратиться с предложением о сотрудничестве в области долгосрочного планирования отрасли РКТ к Сибирскому отделению АН СССР. Сначала и конкретно речь шла об ученых Института математики. Позднее, уже в рабочем порядке, и Института экономики и организации промышленного производства как соисполнителя ФНИР.

К моменту принятия решения о сотрудничестве в отрасли сложилась и действовала система перспективного планирования. В её основе была единая для машиностроительных отраслей методология, а также порядок и сроки формирования основных направлений и пятилетних планов социального и экономического развития СССР, целевых комплексных Программ.

Вместе с тем пришло понимание необходимости усиления научных основ планирования в противовес субъективистскому подходу, поскольку стал подрываться основополагающий принцип планирования – сбалансированность и пропорциональность развития, основные усилия плановых органов были сосредоточены главным образом на вопросах годового планирования в ущерб более глубокой проработке пятилетних планов и решению стратегических задач. Не получили должного применения в планировании современные экономико-математические методы и вычислительная техника.

Новая система планового управления созданием новой техники должна была базироваться на результатах качественного и количественного анализа изменений перспективных потребностей в различных видах новой техники и сопоставлении с возможностями удовлетворения этих потребностей в промышленных, которые, в свою очередь, зависят от уровня научно-технического потенциала, финансовых ресурсов и материально-технического обеспечения отраслей, создающих эту технику.

Комплексные технико-экономические исследования проблем реализации перспективных направлений развития техники, осуществляемые регулярно при принятии тех или иных решений в процессе формирования и выполнения перспективных планов и целевых комплексных программ, наряду с оценками затрат ресурсов и времени на создание отдельных видов наукоемкой продукции, содержали прогнозные оценки возможности реализации проектов планов и программ при заданных ограничениях на ресурсы в сочетании с итерационной процедурой улучшения планов, приводящей в конечном итоге к нахождению варианта, реализующего потребности заказчиков в новой продукции и одновременно удовлетворяющего условиям рационального использования и перспективного развития научно-технического и производственного потенциала отрасли.

В связи с этим было признано необходимым расширение горизонта планирования, чтобы добиться тесной взаимосвязи в разработке планов на всех уровнях управления, четкой ориентации плановых показателей на достижение высоких конечных результатов НИОКР и производства, наиболее полное удовлетворение потребностей экономики, социальной сферы и безопасности в РКТ.

Таким образом, было признано целесообразным и своевременным решение о разработке комплекса инструментально-методических средств экспертоцентрической модельной технологии долгосрочного планирования развития отрасли в условиях необходимости более рационального использования госбюджетных ассигнований. Это было требование практики управления к большей обоснованности НИОКР и мероприятий по поддержанию научно-технического потенциала отрасли на высоком уровне.

Цель теперь была поставлена более масштабная: разработка системы формирования и согласования не только тематических планов НИОКР, но и планов производства предприятий, обновления основных производственных фондов и инфраструктуры (капитальное строительство), системы поддержки принятия управленческих решений.

Для Организации «Агат», её специалистов (а это были выпускники Военмех, МВТУ, МАИ и ряда других ведущих вузов), непосредственно занятых проблемой совершенствования методологии и автоматизированной системы долгосрочного планирования, тогда было очевидно, что самыми продвинутыми теоретическими результатами исследований в области моделирования и математической теории поиска и согласования оптимальных экономических решений, практическим опытом согласования решений оптимизационных задач в условиях автоматизированных систем управления, обладала научная школа акад. Л.В. Канторовича и именно Институт математики, его Математико-экономическое отделение (МЭО).

Начало партнерству Организации «Агат» Минобщемаш и Института математики СО АН СССР для создания отраслевой автоматизированной системы планирования производства и НИОКР положило совместное решение Министра Минобщемаш и Председателя СО АН СССР. Следует отметить, что решение было нетривиальным: не было подобных примеров прямой связи фундаментальной науки с отраслевой наукой и практикой знаниеёмкого, экспериментального и высокотехнологичного машиностроения в организации совместных *экономических* исследований.

Причем Институт математики и Организацию «Агат» связывали не только договорные обязательства в рамках совместных ФНИР, что было обычной практикой их выполнения. Но из сотрудников МЭО был образован отдел Организации «Агат» в Институте математики, непосредственно в Академгородке. Таким образом, с самого начала совместная работа на поприще теоретических основ и эффективных

методов долгосрочного планирования уникальной отрасли ракетно-космического машиностроения, одной из определяющих экономический рост и мощь страны, предстояла на самом серьезном уровне – не только научном, но и организационном.

Другого компетентного и надёжного контрагента для предстоящего исследования возможностей методов системного анализа, разработки экономико-математического инструментария комплексного планирования НИОКР и производства наукоемкой отрасли Организация «Агат» не нашла. С близким к МЭО уровнем компетенций математиков-экономистов и прикладных и системных программистов, опыта и надёжности в доведении начатого до целевого результата в стране не было.

На отдел были возложены задачи разработки всего комплекса программного обеспечения текущего и перспективного тематического планирования НИОКР и планирования производства отрасли. Комплекс должен был быть интегрированной цифровой платформой, то есть включать не только исходные и загрузочные модули системы планирования для ЭВМ ЕС, но и текстовый редактор для отладки программ, систему подготовки информации в Базе Данных (БД), систему управления БД, систему контроля полноты информации в БД.

Вскоре выяснилось, что вычислительные мощности ВЦ Института математики не соответствуют объёму, методам решения задач (прежде всего оптимизационных) и качеству перечисленных работ в интересах Организации «Агат», а также собственных работ Института математики и ряда других пользователей-арендаторов машинного времени.

И эта проблема была оперативно решена. Видимо, во многом благодаря умению сотрудника Организации «Агат» В.Р. Серова¹, конструктора уникальной ракетной техники, лауреата Ленинской премии, решать подобные задачи. Наша поездка в Госплан увенчалась успехом – одна из самых мощных в то время ЭВМ ЕС вместо экспортной поставки была перераспределена Институту математики. Экспортный вариант имел существенные отличия: он прошёл специальную приёмку качества, имел двойной комплект всей периферии – накопителей (МД, МЛ), АЦПУ, других устройств ввода-вывода информации, и т.д. Такой вычислительной техники в то время не имел ни один, даже физический, НИИ СО АН СССР.

Об уникальности отрасли РКТ и подлежащей решению научной проблеме

Системная сбалансированность экономики как направление её эффективности – фундаментальная и перманентно актуальная проблема, независимо от ориентации общественно-экономической формации и на всех уровнях хозяйствования, прежде всего – макро- и мезоэкономическом.

Способы достижения сбалансированности многообразны. Во второй половине прошлого столетия на решении концептуальных, методологических и расчетно-аналитических вопросов проблемы системной сбалансированности экономики страны в целом, межотраслевых и отраслевых комплексов сосредоточило внимание содружество экономистов, математиков и кибернетиков, использующих достижения и возросшие возможности экономико-математического направления науки, кибернетики, информатики, вычислительной техники (ЭВМ).

В первую очередь решение проблемы системной сбалансированности было востребовано в наиболее инновационных отраслях, задающих направление и темпы развития экономики, научно-технического прогресса, масштабного распространения (диффузии) его достижений.

В СССР наиболее инновационно активными, как правило, были отрасли ОПК, где прогрессивные изменения в технологическом развитии определялись главным образом динамичностью создания и распространения нововведений и наращиванием потенциала наукоёмких и высокотехнологичных производств. Эти наиболее интегрированные (в силу многообразия связей в технологически сложных цепочках) в общую структуру экономики производства являлись основной движущей силой ее роста за счет интенсивных и ресурсосберегающих факторов. И, в частности, в отрасли ракетно-космического машиностроения было налажено тесное взаимодействие предприятий, КБ, академической и отраслевой науки, системы образования. В отрасли активно стимулировали и применяли инновации, создавали основу для широкого применения результатов научных исследований, разработок и перспективных технологий практически во всех отраслях экономики.

Характерной чертой отрасли была организация её предприятий, КБ и НИИ как единой целостной и достаточно компактной системы (с точки зрения количества подведомственных Минобщесмаш промышленных предприятий). И в то же время отрасль формировалась как неотъемлемая и ведущая часть всей экономики, для решения своих задач подтягивающей за собой к передовому технико-технологическому уровню другие отрасли, продукция которых была необходима для разработки, производства и эксплуатации ракетно-космической техники. Комплексный характер отрасли и взаимодействие со смежными отраслями обеспечивали решение возникавших проблем создания новой техники – от научных исследований и опытно-конструкторских работ до серийного производства и эксплуатации.

Благодаря приоритетной поддержке государства отрасль осуществляла активную и эффективную инвестиционную и инновационную деятельность (в производстве темпы обновления тогда соответствовали общемировой практике: в активной части основных производственных фондов – 10-13%, в научно-экспериментальной базе – 30-40% в год).

¹ Серов Валерий Романович.

Приоритетное финансирование исследований и разработок отрасли было обусловлено рядом внешнеполитических факторов – за рубежом по их достижениям и результатам оценивали состояние экономики страны, её обороноспособность. Это повышало ответственность руководства Минобщмаш, предприятий и организаций отрасли перед государством, объективно требовало от них новаторского, инновационного характера деятельности.

Высокие абсолютные и относительные затраты на фундаментальные и поисковые исследования, на НИР и ОКР в общей структуре затрат, как уже отмечалось, были главной отличительной чертой отрасли, выделявшей её в ряду отраслей ОПК. Остальные отрасли ОПК, выполняя также значительные объёмы исследований и разработок, но имея большие объёмы крупносерийного производства, существенно ей уступали по показателю удельного веса НИОКР в общем объёме отраслевого продукта.

Были в развитии ракетно-космической отрасли и другие специфические особенности, которые подлежали учету при создании системы согласования её производственного и тематического планирования с использованием наиболее совершенных на то время информационных технологий и вычислительных средств.

Основные особенности развития отрасли, требующие учета при долгосрочном планировании производства и тематическом планировании:

- сочетание целевой направленности исследований, разработок и производства на конкретный результат с перспективными направлениями работ общесистемного, фундаментального назначения;

- доминирование процесса изменения технологии над стационарным производством и связанную с этим необходимость регулярного обновления основных производственных фондов, развития опытно-экспериментальной базы отрасли;

- высокая динамичность развития отрасли для выполнения возложенных задач, проявляющаяся в постоянном обновлении: (а) материально-технической базы – производственно-технологического комплекса, экспериментально-исследовательских и контрольно-испытательных стендов организаций и предприятий, а также технического развития полигонов и космодромов; (б) объектов исследований, разработок и производства, технологий, схемных и конструктивных решений, информационных потоков и т.д.; (в) в изменении количественных и качественных показателей, в совершенствовании научно-производственной структуры и управления. Динамичность выпуска продукции в плановом/программном периоде усложняла задачу равномерной загрузки и использования потенциала отрасли;

- инвариантность производимой продукции и технологий по отношению к целевому предназначению потенциала отрасли. Имеются в виду системы и комплексы двойного применения, реализующие такие функции, как управление, связь, навигация, мониторинг и т.п. Это позволяет значительно увеличить использование научно-промышленного потенциала космической индустрии и инфраструктуры для расширения современного сектора экономики, повышения технического уровня и перевооружения других отраслей, внедрения ресурсосберегающих технологий;

- загрузка значительных производственных мощностей заводов изготовлением экспериментальных образцов продукции, их доводке в течение всего времени производства из-за конструктивных изменений и модификаций. Такой характер производства требует установления прочных связей между участниками создания техники, органического соединения их в единый научно-производственный комплекс;

- политемность исследований и разработок, многономенклатурность производства, единичный и мелкосерийный характер производства, редко – крупносерийный и массовый. Единичный и мелкосерийный выпуск характеризуется нелинейной зависимостью удельных затрат производства, очередности изготовления и размера партии изделий. Потребление ресурсов при этом может существенно сокращаться от изделия к изделию;

- продолжительность полного жизненного цикла техники, достигающая для некоторых ее видов 20 и более лет, что усложняет управление отраслью и научно-техническими программами из-за запаздывания во времени эффекта управляющих воздействий;

- высокая степень неопределенности (энтропии) в управлении самыми современными разработками, по которым при принятии решений используются прогнозные оценки технологий будущего. Создание качественно новой техники, которой предстоит длительная эксплуатация, как правило, осуществляется параллельно с разработкой её основных компонентов (схемных и конструкторских решений, физических принципов, технологий и т.п.). Достижение заданных технических и экономических параметров этой техники характеризуется в общем случае высокой степенью научно-технического риска. Риск в создании новых компонентов системы диктует стратегию, основанную на поисковых исследованиях в фундаментальных и прикладных областях науки и техники, на разработках альтернативных вариантов компонентов. Однако эта стратегия может привести к значительному увеличению затрат ресурсов, целесообразность которых не всегда оправдана;

- критически значима роль лимитов на ресурсы – финансовые и материально-технические, что также должно отражаться в тематических планах НИОКР, обобщающим показателем которых были общие объёмы работ в стоимостном выражении (с учётом лимитов по предельным ассигнованиям на аппарат управления и оплату труда, а также собственные работы организации и предприятия);

- высокая доля высококвалифицированного научного, инженерно-технического и производственного персонала в общей численности занятых, наличие и необходимость сохранения уникальных научных школ

и опытно-конструкторских коллективов, способных создавать конкурентную на мировом рынке продукцию, удерживать лидерство в развитии необходимых для этого научных направлений и технологий;

- требующий учета опыта выполнения исследований и разработок различными научно-конструкторскими школами (то есть учет психологического фактора);
- возможность и способность получения, освоения, использования и развития результатов научно-технического прогресса и создания новых научно-технических заделов;
- и ряд других.

Партнёрство Организации «Агат» и Института математики продолжалось до 1991 года, пока не прекратили своё существование СССР и система управления народным хозяйством, включая Госплан, Госснаб, отраслевые министерства.

Форма сотрудничества – продолжающиеся ФНИР, основной темой которых были разработка и развитие комплекса алгоритмов согласования перспективных планов НИОКР и планов производства с учетом развития мощностей предприятий и организаций отрасли (в обеспечение развития ОАСУ).

Заказчик – Минобщемаш СССР, исполнитель – организация «Агат» Минобщемаш СССР, соисполнитель – Институт математики СО АН СССР (МЭО).

Основные результаты многолетнего сотрудничества заключались в следующем.

Была разработана и применена в практической плановой деятельности организации «Агат» и Министерства общего машиностроения СССР автоматизированная технология долгосрочного и пятилетнего комплексного планирования НИР, ОКР, производства и капитальных вложений, основывающаяся на концепции согласованного единства: целей функционирования отрасли; путей развития ее научно-технического и производственного потенциала; финансовых, материальных и трудовых ресурсов; учета отраслевой специфики.

Автоматизированная технология планирования была оснащена соответствующим инструментарием, включающим автоматизированный моделирующий комплекс (АМК) решения задач перспективного планирования развития отрасли.

Автоматизированный моделирующий комплекс, его программное обеспечение, являлись оригинальной разработкой. Инструментальные средства выполняли комплексную сводную обработку исходной планово-экономической информации, имитационное моделирование, варианты балансирующие или оптимизационные расчеты планов НИОКР, производства и капитальных вложений отрасли в целом, распределение общепромышленных заданий и ресурсов между КБ, НИИ, предприятиями (объединениями), формирование выходных документов. Таким образом, на основе АМК обеспечивалась сбалансированность, преемственность и взаимоувязанность ТЭП на различных этапах и уровнях планирования и в различных разделах отраслевого плана.

Об использовании выполненных разработок.

Разработки, выполненные в рамках ФНИР позволили осуществлять постоянную эксплуатацию АМК и непосредственно использовать его во всех практических расчетах по формированию отраслевых пятилетних планов и государственного заказа НИОКР на планируемые пятилетки, проектов Программ отраслевой техники на долгосрочный период, в подготовке заключений на все эскизные проекты перспективных технических комплексов и систем, разрабатываемых в Минобщемаш СССР.

АМК или отдельные его элементы (блоки) были рекомендованы для эксплуатации в других отраслях машиностроения. Структура и функции АМК позволяли адаптировать отдельные его блоки к специфике соответствующей отрасли.

Заключение.

Таким образом, Организацией «Агат» совместно с МЭО Института математики СО АН СССР впервые был создан и находился в постоянной эксплуатации модельный стенд отрасли наукоёмкого и высокотехнологического машиностроительного производства, позволяющий в интерактивном, циклическом процессе формировать отраслевые планы НИОКР, планы опытных работ и планы серийного производства, согласовывать планы работ между собой и с объемами финансирования государственного заказа, а также с объемами капитальных инвестиций. Финансирование госзаказа и развития основных фондов осуществлялось из единственного источника – государственного бюджета, распределяемого по различным ведомствам.

Проблема согласования долгосрочных планов развития наукоёмкой отрасли (или корпоративного комплекса) является на самом деле одной из принципиальных и сложных. При планировании необходимо учитывать не только научно-технические, технологические, производственные, временные, стоимостные аспекты разработки, испытаний и производства инновационной продукции, развития основных фондов и инфраструктуры, но и социальную функцию предприятий, чтобы не случилось так, что их работники не обеспечены фронтом работ из-за отсутствия переходящих заделов, и, следовательно, средствами существования. В противном случае должны быть предусмотрены меры диверсификации и конверсии предприятий, социального и профессионального обустройства кадрового потенциала.

Комплекс моделей и информационная технология планирования в целом обеспечивали поддержку принятия управленческих решений по всему спектру задач отрасли, определённых в концепции и в

основных направлениях её развития на 15 лет, в пятилетнем и годовых планах. Процесс осуществлялся в режиме циклического, скользящего планирования и управления с тактом в один год.

Система в части планирования НИОКР не имела параллельной – «ручной» – технологии формирования планов НИОКР, благодаря чему в ведомстве аппарат управления этой сферой был существенно меньшим по сравнению с системой формирования планов производства.

Система успешно функционировала до ликвидации отраслевой системы управления экономикой и одномоментной ликвидации отраслевых ГВЦ в декабре 1991 года.

Отметим, что для целей управления и планирования в другой отрасли, более крупной по масштабам производства и количеству предприятий (по сравнению с РКП), – отрасли оборонной промышленности СССР – была разработана с активным участием сотрудников ЦЭМИ принципиально иная, территориально распределенная система управления и долгосрочного планирования машиностроения – система «Броня». Её статистическая функция в дальнейшем была реализована в управлении всем оборонно-промышленным комплексом России уже на основе современных информационных технологий, их аппаратно-программного комплекса.

В заключение также отметим, что совершенствование методологии долгосрочного планирования космической деятельности РФ в современных условиях должно обеспечивать повышение обоснованности и эффективности управленческих решений при наблюдаемых институциональных и экономических изменениях: её ускоренной коммерциализации и, следовательно, необходимости снижения издержек; оптимизации бизнес-процессов в среде высокотехнологичных инновационных товаров и услуг; расширении сферы сетевой организации при сохранении научных, производственных, технологических и финансовых совокупностей (цепочек); усилении внутренней и межстрановой конкуренции; и др.

Ничего этого теперь нет, перестало существовать в 1992 году вместе с ликвидированным Минобщешем с его ГВЦ. На смену собственным оригинальным решениям в области цифровизации системы планирования и управления уникальной отраслью РКП постепенно пришла технологическая зависимость от иностранных цифровых платформ и решений. На вопрос о собственных разработках, следовал ответ: а зачем, когда «там» всё есть? После событий 2022 года и рисков последовавших беспрецедентных и масштабных рестрикций, импортозамещение в сфере киберфизической системной цифровизации управления разработками и производством стало одной из актуальных проблем обеспечения технологического суверенитета и безопасности, требующей специалистов, инвестиций и времени. В успех решения проблемы остаётся только верить. И надеяться...

Список литературы

1. Багриновский К.А., Бендиков М.А. Имитационное моделирование как направление совершенствования методологических основ исследования инновационной экономики // Материалы 14-го всероссийского симпозиума «Стратегическое планирование и развитие предприятий». Москва, 9-10 апреля 2013. – М.: ЦЭМИ РАН, 2013. С. 22–25.
2. Бендиков М.А. Основные проблемы разработки и внедрения автоматизированной информационной технологии программного планирования и управления в космическом машиностроении. Сб.: Техника, экономика. Сер. АСУ / ВИМИ. – М., 1994. № 1–2. С. 5–12.
3. Бендиков М.А. Программное планирование космической деятельности: экономико-математический подход. – М.: 1995, 157 с.
4. Бендиков М.А. Стратегическое планирование развития наукоемких технологий и производств (на примере космического машиностроения). М.: «Academia», 2000. 304 с.
5. Ваницкий А.К., Жбанов Г.И., Бендиков М.А. Автоматизированный моделирующий комплекс для решения задач перспективного планирования и управления созданием отраслевой техники. Управление, планирование, экономика: НТСб. М.: ЦНТИ "Поиск", 1987, сер. VII, вып. 4. С. 3–24.
6. Ваницкий А.К., Жбанов Г.И., Бендиков М.А. Практическая реализация автоматизированных средств экономико-математического моделирования для решения задач перспективного планирования развития новой техники. Труды XIII научных чтений по космонавтике. Москва, 24–27 января 1989 г. / Социально-экономическая эффективность ракетно-космической техники и коммерциализации космической деятельности. – М.: ИИЕТ АН СССР, 1989. С. 17–27.
7. Жбанов Г.И., Ваницкий А.К., Бендиков М.А. (1986) Исследование и разработка комплексных задач расчетов перспективных планов развития отрасли. Управление, планирование, экономика: НТСб. М.: ЦНТИ "Поиск", 1986, сер. VII, вып. 4. С. 13–16.
8. Колбин В.В., Бендиков М.А., Лагоша Б.А., Танцман Э. (1975) Особенности моделирования текущего планирования мелкосерийного и индивидуального производства. Сборник «Системный анализ в ОАСУ», М.: ЦЭМИ АН СССР, 1975. С. 105–120.

References in Cyrillics

1. Bagrinovskij K.A., Bendikov M.A. Imitacionnoe modelirovanie kak napravlenie sovershenstvovaniya metodologicheskix osnov issledovaniya innovacionnoj e'konomiki // Materialy` 14-go vserossijskogo simpoziuma «Strategicheskoe planirovanie i razvitie predpriyatij». Moskva, 9-10 aprelya 2013. – М.: CzE` MI RAN, 2013. S. 22–25.

2. Bendikov M.A. Osnovny'e problemy` razrabotki i vnedreniya avtomatizirovannoj informa-ci-onnoj tehnologii programnogo planirovaniya i upravleniya v kosmicheskom mashinostro-enii. Sb.: Teknika, e`konomika. Ser. ASU / VIMI. – M., 1994. № 1–2. S. 5–12.
3. Bendikov M.A. Programmnoe planirovanie kosmicheskoy deyatel`nosti: e`konomiko-matematicheskij podxod. – M.: 1995, 157 s.
4. Bendikov M.A. Strategicheskoe planirovanie razvitiya naukoemkix tehnologij i proizvodstv (na primere kosmicheskogo mashinostroeniya). M.: «Academia», 2000. 304 s.
5. Vaniczkiy A.K., Zhanov G.I., Bendikov M.A. Avtomatizirovanny`j modeliruyushhij kompleks dlya resheniya zadach perspektivnogo planirovaniya i upravleniya sozdaniem otraslevoj tex-niki. Upravlenie, planirovanie, e`konomika: NTSb. M.: CzNTI "Poisk", 1987, ser. YII, vy`p. 4. S. 3-24.
6. Vaniczkiy A.K., Zhanov G.I., Bendikov M.A. Prakticheskaya realizaciya avtomatizirovanny`x sredstv e`konomiko-matematicheskogo modelirovaniya dlya resheniya zadach perspektivnogo planirovaniya razvitiya novoj texniki. Trudy` XIII nauchny`x chtenij po kosmonavtike. Moskva, 24-27 yanvarya 1989 g. / Social`no-e`konomicheskaya e`fektivnost` raketno-kosmicheskoy texniki i kommercializatsii kosmicheskoy deyatel`nosti. – M.: IIET AN SSSR, 1989. S. 17–27.
7. Zhanov G.I., Vaniczkiy A.K., Bendikov M.A. (1986) Issledovanie i razrabotka kompleksny`x zadach raschetov perspektivny`x planov razvitiya otrasli. Upravlenie, planirovanie, e`konomika: NTSb. M.: CzNTI "Poisk", 1986, ser. YII, vy`p. 4. S. 13-16.
8. Kolbin V.V., Bendikov M.A., Lagosha B.A., Tanczman E`. (1975) Osobennosti modelirovaniya tekushhego planirovaniya melkoserijnogo i individual`nogo proizvodstva. Sbornik «Sistemny`j analiz v OASU», M.: CZE`MI AN SSSR, 1975. S. 105–120..

Бендиков Михаил Абрамович
Ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН, г. Москва
od_bm@mail.ru

Ключевые слова: автоматизированные системы, долгосрочное планирование НИОКР, космическая отрасль.

Mikhail Bendikov, Development of a unique automated system for long-term planning of R&D, production and development of the scientific and production potential of the USSR space industry

Keywords: keywords: automated systems, long-term R&D planning, space industry.

DOI: 10.34706/DE-2025-02-09

JEL classification C8 Методология сбора и оценки данных; компьютерные программы; O33 – Научно-технический прогресс: этапы и последствия; процесс распространения

Abstract: Of course, this is not a scientific article. Rather, it is an essay in which the author tries to look at the problem through the prism of time, experience, knowledge, and impressions. The essay always reflects the personal point of view of the author.