МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М. В. ЛОМОНОСОВА

Специализированный совет (К 053.05.65) по философским наукам

На правах рукописи

УДК I МИ

ЛАТЫПОВ
Нурали Нурисламович

ЗАКОНОМЕРНОСТИ МАТЕМАТИЗАЦИИ НАУКИ

Специальность 09.00.08 —
философские вопросы естествознания

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата философских наук

Москва —1986 г.

Работа выполнена на кафедре философии естественных факультетов Московского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени государственного университета имени М. В. Ломоносова.

Научный руководитель:

кандидат философских наук, доцент **Розов М. А.**

Официальные оппоненты:

доктор философских наук, профессор **Рузавин Г. И.**

кандидат физико-математических наук,

старший научный сотрудник **Визгин Вл. П.**

Ведущая организация — Московский государственный педагогический институт им. В. И. Ленина, кафедра философии.

Защита состоится « » 1986 г. в « » ч. на заседании специализированного совета (К 053.05.65) по философским наукам в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова.

Адрес: Москва, Ленинские горы, 1-й корпус гуманитарных факультетов МГУ, философский факультет, 11 этаж, аудитория 1157.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале 1-го корпуса гуманитарных факультетов Научной библиотеки им. А. М. Горького МГУ им. М. В. Ломоносова.

Автореферат разослан « » 1986 г.

Ученый секретарь
специализированного совета **Лебедев С. А.**

Актуальность темы исследования. В настоящее время одной из важнейших стратегических линий политики КПСС является ориентация на ускоренный подъем научно-технического потенциала страны, что неразрывно связано с реализацией комплексной задачи ускорения социально-экономического развития советского общества. Необходимым условием достижения этой цели является, как это не раз отмечалось в партийных документах, всемерное развитие науки. "Передовая линия борьбы за ускорение научно-технического прогресса в народном хозяйстве, - говорил М.С.Горбачев на совещании в ЦК КПСС по вопросам научно-технического прогресса, - пролегает через науку"[1].

В свою очередь, математизация и компьютеризация являются одним из магистральных направлений развития современной науки. Математизация в современной науке идет во всех областях научного знания от естествознания до наук социально-гуманитарного профиля. Поэтому в "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года" в области естественных и технических наук предусмотрено "развивать теоретическую и прикладную математику"[2]. В свете этого положения особо актуальным становится исследование философских проблем естествознания, связанных с выявлением различных сторон математизации современной науки.

Философско-методологические проблемы математизации науки получили широкое отражение в исследованиях советских философов

1. Горбачев М.С. Коренной вопрос экономической политики партии. Доклад на совещании в ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса 11 июня 1985 года. М., Политиздат, 1985, с.18.
2. Материалы XXVII съезда КПСС. М.,1986, с.283.

О.А. Абрамяна, И.А.Акчурина, Л.Б.Баженова, Е.А.Беляева, П.П.Гайденко, О.И.Кедровского, Н.А.Киселевой, В.И.Купцова, В.С.Лукьянца, С.Т.Мелюхина, А.Н.Нысанбаева, В.Я.Перминова, Ю.А.Петрова, М.А.Розова, Г.И.Рузавина, В.Н.Садовского, Ю.В.Сачкова, Г.Г.Шляхина, С.А.Яновской и др. В работах этих авторов детально исследуются такие вопросы, как необходимость применения математики в других науках, ее роль и функции в процессе познания, интегративные возможности математики и природа математических предвосхищений. Активно разрабатываются также проблемы соотношения количественных и качественных, формальных и содержательных методов в науке, границ математизации, перспектив ее развития, роли математизации в современной научно-технической революции и т.д. При этом философскому анализу подвергаются как гносеологические и методологические, так и мировоззренческие, социокультурные и аксиологические аспекты математизации науки.

Философские вопросы математизации науки рассматриваются также в работах математиков В.Г.Болтянского, В.М.Глушкова, И.Грековой, Б.В.Гнеденко, А.Н.Тихонова, Л.В.Канторовича, Д.П.Костомарова, А.Н.Колмогорова, А.Н.Крылова, Н.Н.Моисеева, А.А.Самарского, С.Л.Соболева и др.

В связи с широким внедрением ЭВМ в прикладные и теоретические исследования стремительно растет число работ, посвященных философскому осмыслению проблем компьютеризации науки. Здесь следует особо выделить работы Б.В.Бирюкова, В.М.Глушкова, И.Г. Кодряну, Н.Н.Моисеева, В.В.Налимова, Г.С.Поспелова, Д.А.Поспелова, А.В.Сурина, А.Н.Тихонова.

Проблемы математизации науки затрагиваются также в историко-научных исследованиях И.Г.Башмаковой, А.Т.Григорьяна, В.П.Зубова, Ф.А.Медведева, К.А.Рыбникова, А.П.Юшкевича и др.

Диалектико-материалистический подход предполагает связь историко-научного и логико-методологического анализа науки. В.И.Ленин считал, что марксистская гносеология должна непосредственно увязываться с анализом конкретного историко-научного материала. "Продолжение дела Гегеля и Маркса, - пишет он в "Философских тетрадях", - должно состоять в д и а л е к т и ч е с к о й обработке истории человеческой мысли, науки и техники"[1]. Такого рода синтез - историко-научных и философско-методологических аспектов в исследовании проблем математизации - реализован, на наш взгляд, в работах А.Т.Барабашева, В.П.Визгина, Б.Г.Кузнецова, В.И.Купцова, А.А.Печенкина, М.А.Розова, В.С.Степина и др.

Несмотря на то, что проблемы математизации науки активно исследуются философами, историками науки и профессиональными математиками, существует еще немало неизученных вопросов. В частности, еще недостаточно разработана проблема влияния на механизм математизации социокультурного фона, не выяснен характер математизации науки как механизма приращения знания, недостаточно разработаны вопросы соотношения математизации и компьютеризации. Особо следует отметить, что в современной философской и математической литературе практически не исследованы конкретные механизмы, типы математизации и их генезис.

<u>Цель и задачи исследования</u>. Цель настоящего исследования - проследить в общих чертах историческое развитие процесса математизации с выявлением его основных периодов; исследовать механизмы переноса математического аппарата в те или иные области научного знания из математики и математизированных областей.

Для достижения указанной цели в ходе исследования представ-

---

1. Ленин В.И. Философские тетради. - Полн.собр.соч., т.29, с.131.

ляется необходимым решение следующих задач:

- проследить на историко-научном материале изменение форм взаимодействия математики и конкретных наук и разработать основания для периодизации этого процесса;
- провести сравнительный анализ актов математизации на разных исторических этапах их развития в разных научных дисциплинах и попытаться рассмотреть эти акты как проявление одного и того же механизма;
- выявить специфику процессов математизации и компьютеризации в современной науке и показать, с одной стороны, специфику каждого из них, а с другой - их тесное взаимодействие.

Теоретико-методологической основой диссертации являются основополагающие идеи классиков марксизма-ленинизма о практической природе познания, его социальной детерминированности, о конкретности предмета исследования, о единстве общего и специального аспектов науки, о преемственности в развитии знания. В работе над диссертацией автор руководствовался также решениями ХХУП съезда КПСС, Пленумов ЦК КПСС и материалами других партийных документов, определяющих социальную значимость разработок проблем научно-технического прогресса в общественных науках.

В своем исследовании диссертант опирался на определенные теоретические результаты и научные выводы, содержащиеся в трудах советских философов по проблемам математизации научного знания.

Научная новизна и теоретическая значимость заключается в разработке философско-методологического подхода к изучению закономерностей математизации науки и использования его в качестве основания для выявления важнейших механизмов математизации нау-

ки, а также выявления ее основных исторических периодов.

К элементам научной новизны, конкретизирующим содержание данного вывода, относятся следующие результаты диссертационного исследования:

I. Выделены следующие типы и механизмы математизации науки: а) непосредственная математизация, когда осуществляется прямой контакт математики и математизируемой области знания через интерпретацию того или иного математического формализма; б) опосредованная математизация, когда контакт с математикой осуществляется посредством уже математизированной области знания через интерпретацию содержательных моделей этой области знания; в) комбинированная математизация, когда работают параллельно оба, выделенных выше, механизма.

2. Построена периодизация математизации науки на основании следующих гносеологически значимых критериев: а) применяемый математический аппарат, его особенности; б) основные механизмы математизации науки в рассматриваемый период; в) широта охвата математизацией той или иной предметной области. В соответствии с этими критериями выделены следующие исторические периоды математизации науки: I) от античности до Нового времени; 2) от начала семнадцатого до последней четверти восемнадцатого века; 3) от последней четверти восемнадцатого века до последней четверти девятнадцатого века; 4) с последней четверти девятнадцатого века до второй половины XX века; 5) от 50-х годов XX в. до наших дней.

3. Выявлены следующие закономерности, связанные с переходом от одного периода математизации к другому: а) однозначность (моносемантичность) математических моделей, используемых в первый период, сменяется многозначностью (полисемантичностью) этих

моделей в последующие периоды; б) ранее математизированные теории превращаются в средства математизации; в) успехи математизации в механике позволили реализовать в конце ХУШ века новый способ математизации - опосредованный; математизация физики происходила как при помощи непосредственной, так и при помощи опосредованной математизации; г) происходит пересмотр взглядов на предмет математики, связанный с изменением трактовки соответствия математических объектов реальности; д) при математизации наук социально-гуманитарного профиля доминирует непоредственный способ математизации, в то время как в дисциплинах естественно-научного профиля масштабы опосредованной математизации сопоставимы с масштабами непосредственной математизации.

4. Показано различие и взаимосвязь процессов компьютеризации и математизации наук. Под первым понимается процесс проникновения ЭВМ в те или иные области научного знания в качестве технических устройств. Под вторым - перенос математического аппарата из математики или математизированных научных дисциплин в нематематизированные. У процессов математизации и компьютеризации науки существует обширная область пересечения, характерной чертой которой является использование ЭВМ вместе с построением математических моделей. В пределах этой области можно говорить о компьютеризации науки как составляющей математизации.

Практическая ценность работы состоит в возможности использования ее содержания для построения методологии эффективного применения математических средств и методов в конкретно-научном познании, при подготовке курса лекций по диалектическому материализму, спецкурсов по философским проблемам математики и математизации научного знания, а также для работы системы методологических семинаров.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав (девяти параграфов), заключения и списка использованной литературы.

Во введении обосновывается актуальность темы, раскрывается степень ее разработанности, определяются цель и задачи исследования, формулируются основные результаты.

В первой главе "Исторические периоды математизации" предлагается новый подход к выделению этапов математизации в истории науки, что необходимо для выявления закономерностей математизации науки в их историческом развитии. На основе этого подхода дано общее описание развития математизации от античности до наших дней.

В первом параграфе "Математизация античной науки" выявляются особенности математизации науки, которые присущи периоду от античности вплоть до Нового времени. Преобладающей математической структурой этого времени была математика, зафиксированная в "Началах" Евклида. На материале работ Архимеда, Аристарха Самосского и др. показано, что проникновение математического аппарата в другие науки проходило в основном на пути применения геометрических построений в той или иной области. Эта особенность математизации античного периода тесно переплетена с другой - представлением об однозначном соответствии математических объектов реальности. Математика древних греков еще не была отделена от своей чувственно-эмпирической основы. Например, Евклиду при построении своих "Начал" приходилось постоянно аппелировать к наглядным представлениям. "Главное, что характерно для аксиоматики Евклида, - пишет по этому поводу Г.И.Рузавин, - это ее конкретный, содержательный характер, поскольку ее основные понятия и постулаты предлагают только единственную интерпретацию. Под точкой, прямой и плоскостью, как основными понятиями геометрии, он подразумевает интуитивно хорошо известные нам из повседневного опыта пространственные образы (например, прямая линия представляется в виде тонкой натянутой нити, плоскость - как идеально ровная поверхность и т.д."[I]. Следует однако, отметить, что греки хорошо понимали идеальный характер геометрических объектов. Но это была идеализация реального физического пространства. Высокого уровня идеализации достигли в античной Греции также статика, оптика и астрономия. Пространственная интерпретация идеальных объектов этих наук позволяла без особых сложностей подключать их к оперативной системе античной математики. Поэтому математизаторы античности стремились дать физической задаче геометрическую трактовку. Например, Архимед в своей работе "О равновесии плоских тел или о центрах тяжести плоских фигур" при доказательстве предположения УI рассуждает следующим образом. Пусть имеется два груза, отношение весов которых составляет целочисленную пропорцию. Разбиваем каждый груз на соответствующее целое число частей и полученные равновесные грузики распределяем равномерно вдоль данного невесомого стержня. Для того, чтобы система находилась в равновесии, точка подвеса должна находиться в центре стержня. Теперь мы можем произвести доказанную ранее манипуляцию замены группы грузиков одним, подвешенным в центре тяжести замененной группы. Чисто геометрически находим расстояние от точки подвеса стержня до точек подвесов рассмат-

I. Рузавин Г.И. О природе математического знания. М., "Мысль", 1968, с.50.

риваемых грузов. Их отношение получится прямо пропорциональным отношению весов соответствующих грузов, что и требовалось доказать. Таким же образом чисто геометрически доказываются теоремы в оптике и астрономии. В этом проявилась основная специфика механизмов математизации античной науки.

В диссертации показано, что математизация в указанный период проводилась также и как применение аксиоматических конструкций математики, рассматриваемых в качестве образца построения теории. Математизированные теории в оптике, статике, астрономии строятся геометрически на основе постулированных принципов. Например, в уже упомянутой работе "О равновесии плоских тел" Архимед строит свою теорию по образцу "Начал" Евклида. В основу своей теории равновесия он кладет семь постулатов, опираясь на которые, он строго геометрическим способом доказывает теоремы статики.

Во втором параграфе "Математизация динамики" рассматриваются особенности второго периода математизации науки (от начала ХУП в. до последней четверти ХУШ в.). На материале работ Галилея, Ньютона, Эйлера и Лагранжа показано, что в рамках геометрических концепций аналитический аппарат математики постепенно вытесняет геометрические образы. Для процесса математизации во втором периоде характерна непосредственность этого процесса в смысле прямого проникновения математики в те или иные научные дисциплины. Непосредственная математизация разветвляется на математизацию, основанную на физике принципов, и математизацию, основанную на физике гипотез. Традиция математизации на основе физики принципов была заложена Архимедом, в этой же традиции работал Галилей, и наконец, наиболее последовательно она была развита Ньютоном. Последний считал, что следует изучать не виды сил и их физические свойства, но лишь их величины и математические соотношения между ними. Математизация, основанная на физике гипотез, опиралась на математическую экстраполяцию физических гипотез. В механике Нового времени в традиции математизации, основанной на физике гипотез, работал, например, Декарт.

Основным математическим аппаратом начала второго периода математизации были геометрические построения. Например, Галилей при выводе своего закона пропорциональности пути квадрату времени опирается только на геометрию: мгновенные скорости соответствуют возрастающей величине линий, из которых построены треугольники. Площади треугольников соответствуют средним скоростям. Отношения проходимых путей и средних скоростей находятся в прямой пропорциональной зависимости. Используя теорему об отношениях подобных треугольников как квадратов соответствующих сторон, Галилей делает заключение о пропорциональности проходимых путей квадратам времени. Используемый геометрический аппарат оставался таким же, что и в античности. Однако в интерпретации математических объектов наступил перелом - появляется непространственная интерпретация пространственных объектов. Примером здесь может служить геометрический отрезок, обозначавший у Галилея время. Позднее, когда произошла полная смена математического аппарата механики с геометрического на аналитический, появляется неоднозначная интерпретация аналитических выражений.

Таким образом, основным механизмом непосредственной математизации указанного периода является неоднозначность интерпретации математических объектов (вначале геометрических, а затем и аналитических) в динамических построениях, т.е. их полисемантичность.

В <u>третьем параграфе</u> "Выход математизации за рамки механики" выявляется специфика третьего периода математизации науки (от последней четверти ХУШ в. до последней четверти XIX в.). Автором показано, что в указанный период происходит пересмотр самого предмета математики, связанный, в частности, с отрывом геометрии от своей чувственно-эмпирической основы. На историко-научном материале показано, что математизация науки в XIX в. проходила в русле двух мощных традиций-феноменологической и сущностно-механической, которые в наиболее развитом виде продолжали традиции математизации на основе физики принципов и на основе физики гипотез. В русле феноменологической математизации работали, например, французская и немецкая школы математической физики. Сущностно-механическая традиция математизации разветвляется на два относительно самостоятельных направления. Первое из этих направлений можно назвать модельно-атомистическим (Лаплас, Бернулли, Эйлер и др.). Модельно-атомистическое представление связано с попытками описания всех физических закономерностей на основе взаимодействия молекул. Второе направление - аналитико-механическое - предполагает сведение частных математических результатов, полученных в тех или иных разделах физики, прямо к математическому формализму уравнений Лагранжа без построения механических моделей. Все эти направления лежали в русле общей тенденции математизации физики по образцу и с помощью механики. Всеобъемлющая математизация механики, которая завершилась в последней четверти ХУШ века, а также превращение классико-механической программы в глобальную программу развития физики в XIX в. превратили механику в главное опосредующее звено математизации физики.

"Огромные достижения механики во всех ее ветвях, - писал Эйнштейн, - поразительный успех в астрономии, приложение ее идей к проблемам, по-видимому, отличным от механических по своему характеру, - все это способствовало развитию уверенности в том, что с помощью простых сил, действующих между неизменными объектами, возможно описать все явления природы. На протяжении двух столетий, последовавших за временем Галилея, такая попытка, сознательная или бессознательная, проявляется почти во всех научных трудах"[I].

Таким образом, принципиально важной особенностью рассматриваемого периода является появление механизмом опосредованной математизации.

В четвертом параграфе "Математизация науки. Выход математизации за рамки физики" проводится анализ закономерностей математизации науки в период с последней четверти XIX в. до второй половины XX в. Специфика этого периода проявилась, во-первых, в выходе математизации за рамки физики (широкое проникновение математических средств и методов в дисциплины естественнонаучного и гуманитарного цикла); во-вторых, в дальнейшем развитии механизмов непосредственной и опосредованной математизации. Ряд дисциплин, например, биология, математизировались одновременно непосредственным и опосредованным способами, причем в последнем случае математический аппарат проникал в биологию как через одно промежуточное звено (биомеханика), так и через цепочку про-

I. Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики. М.,Гостехиздат, 1956, с.8I.

межуточных звеньев (биологическая термодинамика).

Автором выявлено, что лидер математизации - физика - в указанный период выходит на более высокий уровень математизации, характеризующийся "онтологизацией" математических систем и их объяснительным статусом. На материале работ Курно, Вальраса, Джевонса, Парето показано, что при математизации наук социально-гуманитарного профиля доминируют механизмы непосредственной математизации. С помощью анализа "Теории игр" Неймана-Моргенштерна фиксируется первая попытка создания принципиально новой математики, приспособленной специально для математизации социально-экономических дисциплин.

В первой главе показано развитие механизмов математизации в истории науки. Автор ограничивает свою задачу исследованием механизмов передачи математических средств и методов из математики или математизированных областей в области, еще не затронутые математизацией. Детальному изучению этого вопроса посвящена вторая глава "Механизмы и типы математизации науки".

В первом параграфе "Типы математизации науки" разрабатывается концепция инверсивных процедур[ж] как одного из механизмов математизации науки. На основе этой концепции предложена следующая типология механизмов математизации:

I) непосредственная - в качестве инверсивного объекта выступает тот или иной математический формализм;

2) опосредованная - при переносе математического аппарата в качестве инверсивного объекта выступает некоторая содержательная модель;

3) комбинированная - работают параллельно оба выделенные выше механизма.

I. См.: Розов М.А. Пути научных открытий. (К критике историко-научной концепции Т.Куна).-"Вопросы философии",I98I,№8,с.I38-I47

Вследствие "наработанности" процедур сведения задач одного раздела математики к задачам других разделов можно говорить, во-первых, о едином аппаратном арсенале математики (единство математики) и, во-вторых, о переносе из математики в другие науки методологии сведения задач одних предметных областей к задачам других областей (методологическая математизация).

Удачный перевод задачи той или иной предметной области на язык математики есть не что иное,как сведение чего-то нового, неосвоенного к чему-то освоенному, т.е. получение нового знания. Это знание, которое можно назвать математизированным, представляет собой описание объекта, имеющего, с одной стороны, предметно-содержательную интерпретацию, с другой стороны - рассматриваемого как некоторый математический формализм, включающий в оперативную систему математики исследуемый объект. Дальнейшее математическое решение задачи и предметно-содержательная интерпретация полученного результата зачастую дает существенную"информационную прибавку".

Во втором параграфе "Механизмы непосредственной математизации" проведен анализ перехода от предметно-содержательного рассмотрения того или иного явления к оперативно-математическому. Показано, что первым этапом становления механизмов непосредственной математизации было появление в геометрических чертежах механики Нового времени инверсивных объектов. Например, в работах Галилея, Гюйгенса, Бекмана четко прослеживается тенденция математизации через переходы от содержательного рассуждения к анализу математического формализма посредством такого инверсивного объекта, как геометрический чертеж. У этих исследователей первоначально строился чертеж, имеющий механико-графическое содержание. Элементы этого чертежа имеют четко фиксированное механическое содержание, выступая в качестве траектории, времени, скорости, ускорения и т.д.

Следующим этапом рассмотрения построенного из механических соображений чертежа становится его исследование как элемента оперативно-геометрической системы с фиксированными правилами формальных преобразований. На этом этапе анализа графического изображения исследователи полностью абстрагируются от рассмотрения чертежа как траектории, скоростей и т.д. Чертеж рассматривается как чисто геометрическое образование, состоящее из треугольников, отрезков, дуг и т.д. Такое рассмотрение позволило ученым Нового времени задействовать для решения первоначально поставленной задачи мощную оперативную систему геометрических преобразований.

Галилей был первым, кто преодолел рубеж моносемантичности геометрических чертежей механики (появление в геометрических чертежах инверсивных объектов). Следующим этапом было преодоление рубежа моносемантичности аналитических выражений механики. (Эйлер, Вариньон). Материалы работ Л.Эйлера показывают, что он впервые определяет скорость равномерного движения как отношение путей к промежуткам времени, в течение которых были пройдены эти пути, Записывая выражение $v = \frac{S}{t}$, Эйлер делает революционный скачок к более высокому классу абстракций, включая в систему динамики оперативный аппарат аналитической математики (инверсивным объектом служит вышеуказанная формула, в которую входит отношение разнородных величин).

Автор фиксирует далее работу механизмов непосредственной математизации на примере построения схемы и модели "межотраслевого баланса". Показано, что составление квадратных таблиц по схеме производство – потребление (идея, заимствованная у организаторов шахматных турниров), позволило свести содержание процедуры к операциям алгебры матриц. Инверсивным объектом здесь является таблица, которая, с одной стороны, имеет четко фиксированный экономический смысл, а с другой – представляет структуру матричной алгебры.

В третьем параграфе "Механизмы опосредованной математизации" на материале работ Максвелла по электродинамике и построению молекулярно-кинетической теории газов, а также гидродинамических работ Эйлера фиксируются механизмы опосредованной математизации. Инверсивным объектом здесь служит содержательная модель того или иного явления.

Например, математические структуры гидродинамики, в данном случае дифференциальные уравнения динамики идеальной жидкости, были получены И.Бернулли, Эйлером и Даламбером за счет сведения законов движения бесконечно малых частиц жидкости к законам ньютоновской динамики. Наиболее последовательный сторонник континуального подхода Л.Эйлер выделял в сплошной среде малый объем и рассматривал его перемещение под действием сил, приложенных к граням, затем стягивал этот объем в точку. Это мысленное преобразование позволило Эйлеру рассматривать дифференциальные соотношения, относящиеся не к объему, а к точке пространства, заполненного жидкостью. Жидкость представляется с этого момента в виде плотной непрерывной совокупности точек, поступательно перемещающихся как относительно друг друга, так и относительно внешнего пространства. Полученные с помощью континуального подхода дифференциальные уравнения движения не содержат

ни размеров жидких частиц, ни их масс, но только полевые характеристики и их производные определенные в точке пространства, заполненного жидкостью.

Мысленно выделенный элементарный объем жидкости у Эйлера, с одной стороны, выступает в качестве жидкого параллелепипеда с определенными размерами, а с другой – как материальная точка, к которой применимы принципы ньютоновской механики. С помощью операции инверсии хорошо разработанная математика механики точки проникала в математику сплошных сред. Автором показано, что в следующем цикле инверсивных преобразований, которые провел Максвелл в своей работе "О фарадеевских силовых линиях", уже осуществлен переброс математического аппарата уравнений Эйлера в электродинамику. Инверсивным объектом здесь служат трубки с переменным сечением, по которым течет несжимаемая жидкость, с помощью которых Максвелл представляет силовые линии электростатического поля. Важно отметить, что механические модели в электродинамических построениях Максвелл – не более как строительные леса, которые ликвидировались сразу по окончании работ по возведению здания математической теории того или иного объекта. Анализ работ Максвелла показывает, что в своих исследованиях он работал во всех трех указанных выше традициях математизации науки (соответственно, используя все три механизма математизации). Автором фиксируется значение научных традиций для эффективности математизации той или иной научной дисциплины.

В третьей главе "Особенности современного этапа математизации науки" рассматриваются закономерности математизации науки во второй половине XX в.

В первом параграфе "Математизация и компьютеризация" показано, что во второй половине XX в. математизация, благодаря появлению и широкому распространению ЭВМ, приобретает принципиально новые черты. Автор фиксирует факт существования обширной области пересечения математизации и компьютеризации. В пределах этой области компьютеризацию можно рассматривать как составляющую математизации науки. Сама компьютеризация берет начало на пересечении традиций символизации, развитии вычислительных методов и средств на базе новейших технологических достижений. Показано, что появление компьютеров резко расширило сферу приложения математики к другим наукам и повысило практическую значимость математических результатов.

Ярким примером этого может служить появление вместе с ЭВМ третьего поколения возможности мозаичного математического описания исследуемых процессов. До появления таких ЭВМ возможен был как правило лишь односторонний упрощенный "охват" сложных объектов, каковыми являются, например, социально-экономические системы. С появлением диалогового режима работы новых компьютеров стало возможным "нанизывать" на исследуемую множественную систему множественную систему математических структур, совокупность которых принципиально не может быть интеллиектуально контролируемой одним человеком. В этом явлении автор усматривает качественно новый скачок математизации науки, сущность которого заключается в появлении полимодельности математического исследования сложных систем, в первую очередь биологических и социально-экономических. Например, уже сейчас математический эксперимент с помощью ЭВМ позволяет решать задачи, в которых од-

новременно можно варьировать 100 тыс. факторов. Таким образом, полимодельность математического эксперимента позволяет резко расширить масштабы применения математики в той или иной научной области за счет существенного увеличения круга исследователей, имеющих возможность системного математического изучения сложных объектов. Следует отметить, что эта закономерность имеет важное значение не только в исследовании социальных или биологических систем, но и на относительно "простом" физическом уровне.

Само появление математического эксперимента требует существенного переосмысления дифференциации уровней научных исследований на эмпирические и теоретические.

Изучение закономерностей современного этапа математизации научного знания требует детального исследования социальной обусловленности этого процесса. Поэтому параграф второй "Социальные аспекты математизации науки" посвящен выявлению тех социальных факторов, которые определяют масштабы проникновения математических средств и методов в другие науки. Показано, например, что внедрение компьютеров становится не только генеральным направлением науки и техники, но стратегическим направлением государственной политики. Огромное значение имеет государственный характер математического образования, поэтому практически все высокоразвитые страны постоянно работают над совершенствованием математических знаний своих граждан на уровне государственных программ. Автором фиксируется внимание на обучении навыкам математизации как в средней школе, так и в высшей. Сложность этапов преодоления моносемантичности геометрических чертежей и аналитических выражений показывает, как много внимания требует прохождение этих этапов в математическом образовании, поскольку в процессе обучения в сознании студентов (школьников) должны происходить те же революционные скачки, что и в истории математизации науки. Между тем, указывает ряд авторов, как в школе, так и в институте учащиеся решают в основном готовые задачи, в то время как навыки составления математических задач (построения инверсивных объектов с предметно-содержательной и формально-математической интерпретацией) фактически остаются в стороне.

Автором показывается, как много значит для процесса математизации личность математизатора. Это одно из проявлений повышения роли человеческого фактора в современной науке. Между тем система притока, отбора и подготовки научных кадров не соответствует на сегодняшний день требованиям современной науки. В частности, для повышения качества выпускаемых математических кадров (подготовки математизаторов) важно не только уделять внимание собственно математическому образованию, но и "предварительной работе" - математической профориентации талантливой молодежи, в значительной мере зависящей от престижности профессий математического профиля. Однако сегодняшний социальный статус математических профессий намного ниже их социальной значимости. В этом плане деятели искусства и литературы, а также работники средств массовой информации в большом долгу перед наукой, поскольку на сегодняшний день ощущается острый дефицит (качественный и количественный) в художественных и публицистических произведениях, открывающих романтику научного поиска, в частности, в области математических исследований.

В <u>заключении</u> формулируются общие выводы исследования.

<u>Апробация работы</u>. Диссертация обсуждалась на заседании кафедры философии естественных факультетов МГУ им.М.В.Ломоносова в июне 1986 года и рекомендована к защите. Основное содержание работы отражено в пяти публикациях. Отдельные результаты исследования были представлены на следующих конференциях: "Человек, философия, культура" (Звенигород, 1984), "Социальная детерминация познания" (Тарту, 1985), "Методологические и методические основы влияния научных исследований на сферу производства" (Киев, 1986), "Специфика философского знания и общественная практика" (Тбилиси, 1986).

Результаты исследования представлены в следующих публикациях:

1. "Социальные аспекты математизации".- В кн.: Человек, философия, культура. Вып.3. Естествознание: социальная значимость и развитие. М., 1984, с.62-65.
2. "Математизация как феномен системности науки".- В кн.: Проблемы системных исследований. Новосибирск, 1985, с.96-107.
3. "К вопросу о социокультурной детерминации математизации науки".- В кн.: Социальная детерминация познания. Тезисы докладов научной конференции. Тарту, 1985, с.93-96.
4. "Некоторые социальные аспекты процесса математизации науки". В кн.: Вопросы идеологического обеспечения процесса социально-экономического развития советского общества. IV Московские Чтения молодых ученых: "Теоретико-методологические проблемы совершенствования социалистического общества" (Тезисы докладов). Вып.1. М.,1986, с.122-123.

5. "Механизмы математизации науки как основания ее периодизации". - В кн.: Специфика философского знания и общественной практики. Тезисы выступлений слушателей УI Всесоюзной школы молодых ученых. (Тбилиси, 1986). Вып.У. М.,1986, с.57-59.

Подписано в печать 4.XI.86.
Типография ЦБНТИ Минмедбиопрома
Тираж 100 экз.
Заказ - 497