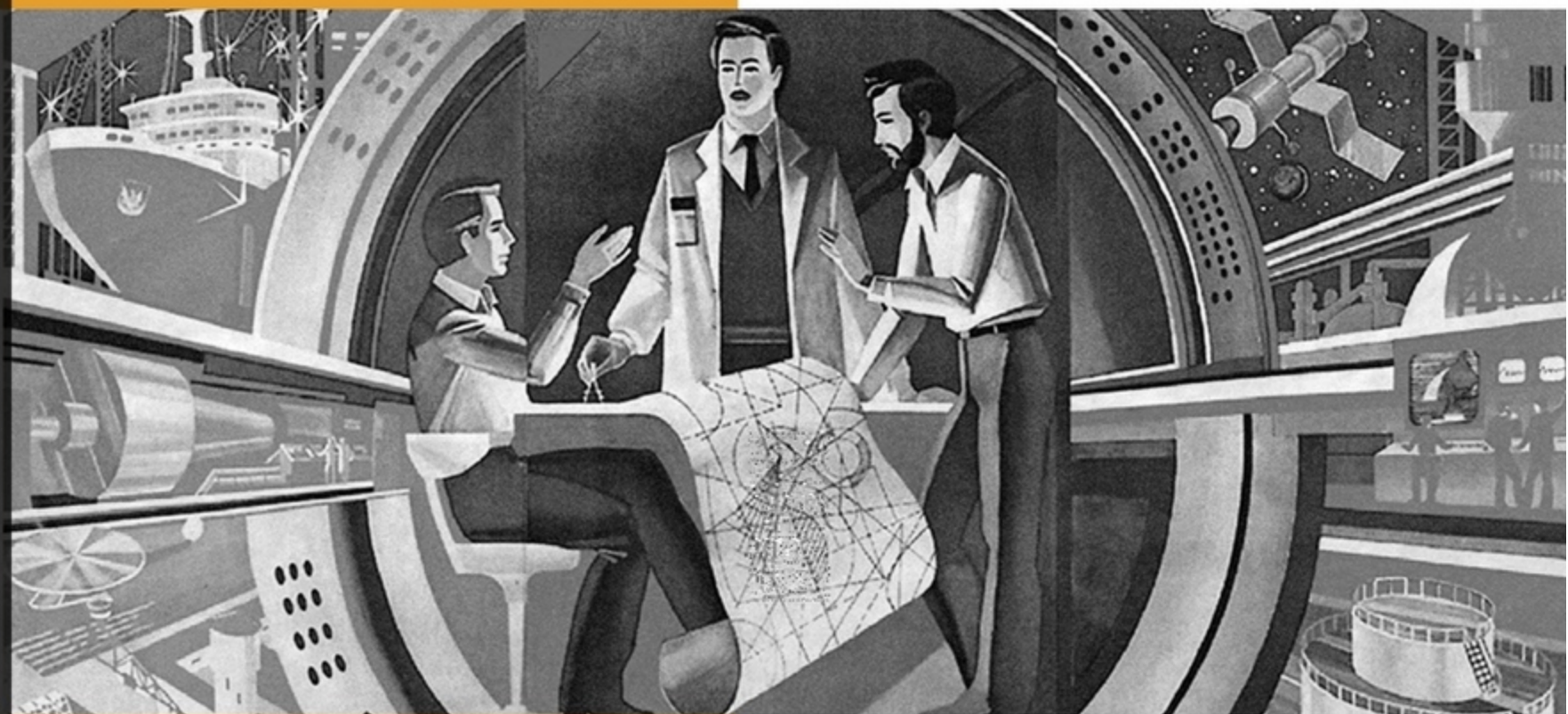


Н. Г. Баранец
А. Б. Верёвкин



Н. Г. Баранец, А. Б. Верёвкин

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ УЧЁНЫЕ О НАУКЕ

Отечественные УЧЁНЫЕ
О НАУКЕ

ISBN 978-5-88866-773-6



9 785888 667736 >

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н. Г. Баранец, А. Б. Верёвкин

**ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ УЧЁНЫЕ
О НАУКЕ**

Ульяновск
2019

УДК 001
ББК 72.3
Б24

*Печатается по решению Учёного совета
факультета гуманитарных наук и социальных технологий
Ульяновского государственного университета
(протокол № 5 от 27 сентября 2019 г.)*

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор кафедры
теоретической физики Ульяновского государственного
университета **В. М. Журавлёв**;
кандидат философских наук, доцент кафедры философии
Ульяновского государственного университета **Е. Е. Шабалкина**

Баранец Н. Г.

Б24 **Отечественные учёные о науке** : [моногр.] / Н. Г. Баранец, А. Б. Верёвкин. – Ульяновск : УлГУ, 2019. – 175 с.

ISBN 978-5-88866-773-6

Историческая память научного сообщества призвана хранить знания о своих выдающихся представителях, их идеях и открытиях. Монография отвечает на вопросы: Как российские учёные размышляли об особенностях научного познания и задачах науки? Какими видели личные качества учёного и общепринятые правила научного исследования?

В приложении книги предложены опорные конспекты по курсу «История и философия науки» и «Философия математики».

Для аспирантов и научных работников.

УДК 001
ББК 72.3

ISBN 978-5-88866-773-6

© Баранец Н. Г., Верёвкин А. Б., 2019
© Ульяновский государственный
университет, 2019

«Легко и привольно живётся науке лишь там, где она окружена полным сочувствием общества. Рассчитывать на это сочувствие наука может, если общество достаточно сближено с нею. Оно не считает тогда её интересы чужими и сознаёт, что в науке лежит лучший источник его сил, что путь знания и путь развития, в каком бы то ни было направлении, всегда между собою совпадают. Для сближения необходимо знакомство общества с целями науки и её средствами, которыми она их достигает; обществу нужна уверенность, что избранный наукою путь действительно плодотворен».

А.М. Бутлеров

К середине XX века ещё не появились профессиональные философы науки, поэтому с размышлениями о специфике научного опыта и представлениями истории научного знания в целом и отдельных научных дисциплин вынужденно справлялись сами учёные. В этой книге показаны взгляды российских математиков и естествоиспытателей на науку, её общественное предназначение и правила жизни научного сообщества.

Историческая память каждого научного сообщества создаётся и транслируется целенаправленными усилиями, сохраняющими имена знаменитых учёных, их идеи, истории об их моральном выборе, способах отстаивания своих открытий. Будучи описаны учениками, современниками, эти учёные легендируются и попадают в пантеон национальной и мировой науки.

Мы надеемся, что книга будет полезна всем интересующимся историей отечественной науки, и особенно – студентам и аспирантам.

В приложениях к монографии размещены опорные конспекты к дисциплинам «История и философии науки» и «Философия математики», а также вопросы для самопроверки.

Авторы

КОММЕНТАРИИ К ОПРЕДЕЛЕНИЯМ НАУКИ

В нашем комфортном мире, обустроенном благодаря научно-техническим открытиям XX века, с ранних лет нам привычна картина мира, заданная естествознанием. Ответ на вопрос «Что такое наука?» нам видится несложным. Он, например, может быть таким: науку делают учёные, которые специально обучены экспериментировать, формулировать и доказывать научные законы. Или таким: наука – это набор особых методов, благодаря которым учёные устанавливают законы природы. Удивительно, что до сих пор нет единого мнения о сущности науки даже среди математиков, физиков, химиков и биологов. Причина лежит в профессиональной специализации и различии личного опыта, определяющего точку зрения на особенности научной деятельности. Приведем несколько определений науки, которые дали наши учёные:

«Так называемые научные истины... исторические, естественноисторические, математические, юридические – не более как или истинные факты, или правильные умозаключения, добытые логическим анализом и синтезом, или же формулы, диктуемые жизнью, нравами и потребностями общества». (Н.И. Пирогов, врач)

«Не довольствуясь изучением, описанием свойств и законов вещества, наука старается объяснить их, т.е. свести к тем простейшим механическим представлениям, которые легли в основу естествознания». (А.Г. Столетов, физик)

«Наука стремится достичь понятий, которые, хотя и заключают известные допущения, но могут подвергнуться опытной проверке, направляя пытливость в сторону неизвестного, сокрытого и недоступного, во что и нельзя иначе проникнуть, как при помощи попыток гипотетического свойства». (Д.И. Менделеев, химик)

«Наука обладает столь удивительным свойством, что она, не задаваясь целью морали, вместе с тем ведёт к морали, но достигает этого не своим содержанием, а своим методом; метод же науки – это доказательство. ... Наука вовсе не учит тому, что должно быть с точки зрения каких бы то ни было норм, а излагает то, что есть, было или будет». (Л.С. Берг, биолог)

«В естествознании значение каждого учения, каждого воззрения определяется не только тем, сколь оно объясняет уже известные в науке факты, но также тем, сколь оно может содействовать открытию новых фактов». (Н.К. Кольцов, биолог)

«Исключительные люди, от природы обладающие даром интуиции, из ограниченного ряда наблюдений извлекают общие истины, создают науку, постепенно развивают её, пополняя новыми открытиями и изобретениями. И в то же время, при помощи доказательств, они убеждают в справедливости своих выводов сначала небольшое число наиболее развитых умственно лиц, а затем, при посредстве их, распространяют приобретённые знания среди более обширного круга образованных людей; эти последние, в свою очередь, продолжают работу просвещения, приобщая к научным знаниям ещё более широкие слои населения и так далее, пока знания не получают всеобщего распространения». (В.А. Стеклов, математик)

«Наука в существе своем состоит в систематическом разыскании и утверждении истины. Поэтому для науки, для научного мировоззрения, для учёного вопрос об истине является основным. Именно здесь – через истину – осуществляется органическая внутренняя связь науки и этики. Наука не даёт оценок, она констатирует». (А.Д. Александров, математик)

«Задача науки – отбирать более правдоподобные объяснения и придерживаться их до тех пор, пока опыт не заставит от них отказаться». (А.Б. Мигдал, физик)

«Я полагаю правильным называть научной работой всякое творчество, в результате которого появляются новые знания и обобщения, открывающие новые возможности в развитии культуры. Наука же – это связанная цепь научных работ. Предлагая понятие основной науки, мы имеем в виду, что наука занимается познанием природы вообще. Понятие прикладной науки должно в таком случае указать, что это наука более ограниченной области, а именно – изучение всех процессов, связанных с культурной жизнью народа (техника, экономика, социальное благоустройство и т.д.). Существо прикладной науки более понятно большинству людей, необходимость в ней чувствуется более остро и польза от неё более наглядна». (П.Л. Капица, физик)

Есть ряд определений науки, наиболее полезных при её изучении.

Номинальное определение позволяет выбрать одно из многих возможных значений для конкретной цели: наука – это вид познавательной деятельности, направленный на установление причинно-следственных регулярностей для объяснения и предсказания явлений.

В *генетическом определении* видовой признак указывает на способ формирования: наука – это зародившаяся в античности и оформившаяся в XVI-XVII веках деятельность, осуществляемая учёными, использующими специальные средства, позволяющие получать достоверное знание о сущности предмета изучения.

Операциональное определение указывает процедуру, дающую возможность распознать определяемое: наука – это познавательная деятельность, осуществляющаяся на основании установленного метода, имеющая доказательный и воспроизводимый продукт.

Перечислительное определение сообщает все объекты описываемого типа: наука – это физика, химия, математика, биология, филология, история и т.д. Ни одно из этих определений не является исчерпывающим и достаточным, но каждое отражает какой-то из аспектов нашего понимания такого многопланового явления как наука.

Наука – это особый вид познавательной деятельности, направленный на получение систематического, упорядоченного, обоснованного, объективно-истинного знания о сущности предмета изучения. Наука оперирует абстракциями и идеализациями, что в известной степени определяет характер видения объекта познания.

Целью учёных является получение знания об исследуемом объекте, которое должно быть обоснованным и правдоподобным. Размышления учёных преимущественно направлены на систематизацию методов работы и на историю своей дисциплины.

Большинство учёных принимает позицию *научного реализма*, полагая, что их научная работа опирается на убеж-

дённость в реальности исследуемых объектов, в их инвариантности во время исследований и независимости от учёного. Природа с её законами не является продуктом фантазии учёного и его личной конструкцией. Научный реализм сочетается с исследовательской установкой на объективность, т.е. непредвзятость в анализе исследуемого объекта. Исследовательское сознание учёных формируется под воздействием конкретных научных задач и поисков приемлемых способов их решения. Также значимо воздействие на учёных доктрин, принятых в научном сообществе идеалов и норм научной деятельности. Последние содержат представления об истинности, новизне, полезности научного знания и приемлемых способах его получения.

Учёные, образующие значительную по количеству и общественной значимости группу, выработали собственную идеологию – сциентизм. *Сциентизм представляет интересы научного сообщества в целом, выражает его цели, идеалы и ценности, способствуя самоидентификации учёных.* Он сплачивает научное сообщество в единую социальную группу. Наука рассматривается как творческая форма деятельности, главная движущая сила общественного развития, способная обеспечить не только технический и технологический прогресс, но и дать ориентиры для преодоления постоянно возникающих кризисов.

В последовательном виде идеология научного сообщества была выражена в классическом позитивизме. Удивительно, что Огюст Конт, имевший незначительное отношение к науке, в 1820-е годы уловил становящееся самосознание учёных и систематизировал естественно-научные идеи. Конт не имел интуиции к глубокому пониманию научных гипотез. Но учёные поддержали его мысль, что единственным источником настоящего знания может быть система частных наук, общими усилиями дающая фактический материал. *Наука – сама себе философия*, поскольку лишь на основании синтеза «совокупности общих научных положений» обширного естественно-научного и социального материала можно получить истинное видение мира.

Для учёных естественных дисциплин идеи о преимуществе науки над иными способами познания мира и о полезности научного знания не вызывают сомнений. Это их базовое опытное убеждение. Российской науке посчастливилось иметь в своих рядах выдающегося физика, педагога и популяризатора Н.А. Умова¹. В 1911 году на втором Менделеевском съезде он высказал *«исповедание естествоиспытателя»*: *«1. утверждать власть человека над энергией, временем и пространством; 2. ограничивать источники человеческих страданий областью, наиболее подчиненной человеческой воле, т.е. сферой соприкосновения людей; 3. демократизацией способов и орудий служения людям содействовать этическому прогрессу. Демократизация или общедоступность чудес науки, как по отношению к творящим эти чудеса, так и воспринимающим даруемые им блага, есть их исключительная привилегия; 4. познавать архитектуру мира и находить в этом познании устои творческому предвидению. Твор-*

¹ Умов Николай Алексеевич (1846–1915) в 1874 г. защитил в Московском университете докторскую диссертацию «Уравнения движения энергии в телах». Он изучал распределение энергии любого вида в пространстве, её локализацию и плотность. Эта задача была новой для 1870-х гг. В 1884 г. английский физик Дж.Г. Поинтинг применил общую идею Умова к электромагнитному полю. Последующие работы Умова относились к различным областям физики: магнетизму, оптике и т.д. Умову принадлежит оригинальный вывод формул преобразования Лоренца (1910). В 1896 г. Умов представлял Московский университет на юбилейных торжествах в честь 50-летия научной деятельности английского физика У. Томсона (лорда Кельвина). Важная заслуга Умова – его усилия по строительству здания института физики. Под его руководством в 1897 г. был составлен проект, а само здание было построено в 1903 г. Осенью того года в институте началось чтение физических лекций, началась научная работа и экспериментальное обучение студентов физмата. Умов в 1897–1915 гг. возглавлял Московское общество испытателей природы. В 1902 г. он был избран председателем Педагогического общества при Московском университете. С 1910 г. он был товарищем (заместителем) председателя, а в дальнейшем – почётным членом Общества им. Х.С. Леденцова. В 1913 г. Умова избрали почётным членом Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, а в 1912–1914 гг. он избирался председателем и почётным членом Московского общества изучения и распространения физических наук. Умов также состоял в ряде других научных обществ. Он был редактором журналов «Научное слово» и «Временник». Его научно-популярные статьи и блестящие публичные выступления способствовали распространению новых физических идей.

ческое предвидение – венец естествознания – открывает пути предусмотрительной и деятельной любви к человеку»². Достижения естествознания должны иметь практическое применение. Наука формируется из практических задач. Научное познание состоит в том, что «наука устанавливает связь между явлениями, стоявшими особняком друг от друга, сводя их к некоторому общему принципу или закону; или же силою своих методов, этим шестым чувством человека, открывает в природе процессы, недоступные нашему непосредственному ощущению»³.

Выдающийся отечественный математик и инженер, академик Алексей Николаевич Крылов (1863–1945) цель науки видел в том, чтобы на основании изучения прошедшего и настоящего предвидеть будущее, а изучение существующего позволяло творить новое. Наука должна состоять из объединения теории и практики, и всё её развитие должно быть основано на таком объединении. Поэтому учёный должен совмещать в своей деятельности решение задач как теоретических, так и практических.

Сциентизм как идеология научного сообщества определяет самоидентификацию учёных, регулирует их поступки в профессиональном кругу и во внешних отношениях с государством и миром. Специализируясь, учёный усваивает от своих учителей систему норм и ценностей, которая влияет на выбор направления научной деятельности и мотивацию позиции в научных дискуссиях.

Нормы предписывают обязательные правила и методы проведения исследований и критерии оценки результата труда. Идеалы ориентируют на желаемый образ деятельности. Они формулируют требования к научному продукту и проявляются в функциональных нормах. Научный продукт должен быть достоверен (доказан, аргументирован и обоснован), нов (оригинален, нетривиален) и полезен (эвристичен). Учёный в своей работе должен быть компетентен, профес-

² Умов Н.А. Характерные черты и задачи современной естественно-научной мысли. – СПб.: Естествоиспытатель, 1914. – С. 3–5.

³ Там же. – С. 159.

сионален и беспристрастен в оценке своих и чужих результатов. Идеалы научного знания изменяются. Если до XVIII века основным критерием научности считалась истинность полученного знания, то к XIX веку установились критерии новизны и полезности. С расширением научного сообщества приобрела важность оценка личного вклада и новизны идей. Критерий полезности усилился с ростом приложений науки в технике.

Один из лидеров советской кибернетики, академик, математик Виктор Михайлович Глушков (1923–1982) писал, что в современную науку вовлечены миллионы людей, на что расходуются колоссальные ресурсы. Научная деятельность стала видом профессионального труда, который нужно оптимально организовать и эффективно им управлять. Общество надеется, что внедрение научных открытий обеспечит прирост производства, улучшение социальной и культурной жизни⁴. Глушков рассуждал о расширении задач науки и особенностях научного исследования: *«Будучи призвана производить новые знания, наука в принципе не приемлет повторы, штампы и жёстко унифицированные нормативы. Все её существенные явления, как правило уникальны... В поисках сопоставимых (по времени и для различных отраслей наук) количественных характеристик развития науки науковедение активно развивает подход к научно-исследовательской деятельности как своеобразному информационному процессу. С этой точки зрения наука рассматривается как система, созданная для сбора, анализа и переработки информации, с целью получения новых истин, новых практических положений...»⁵.*

⁴ Например, в 1974 г. численность научных работников СССР составила 1,1 млн человек, а число работающих в сфере науки превысило 4 млн. Общие расходы государства на обеспечение научных исследований составили 20 млрд рублей (Глушков В.М., Добров Г.М., Терещенко В.И. Беседы об управлении. – М.: Наука, 1974. – С. 61). С 1920-х годов количество учёных в экономически и технологически развитых странах удваивалось каждые 7–10 лет.

⁵ Глушков В.М. Наука: анализ, диагноз, прогнозы // Глушков В.М., Добров Г.М., Терещенко В.И. Беседы об управлении. – М.: Наука, 1974. – С. 67.

ЭЙЛЕР ОБ ИСТОЧНИКАХ ЗНАНИЯ

Государственный импульс светской науке в России дал император Петр I⁶. Вдохновясь целью военной реформы, он форсировал развитие требуемых для этого мануфактур (около 200 предприятий) и институтов. Решая проблему кадров для армии, флота и администрации, он учредил Математико-навигационную школу (1701), Морскую академию (1715), артиллерийские, инженерные и другие училища. Для составления карт империи и изучения её природных богатств снаряжались экспедиции, что требовало развития геодезического дела, астрономии, геологоразведки. Стране нужны были свои образованные люди и учёные, поэтому Петр решил создать в Петербурге Академию наук и университет при ней. В проекте Академии с правками Петра сказано, что России необходимо: *«такое здание учениць, через которое бы не токмо слава сего государства для размножения наук нынешним временем разпространилась, но и через обучение и розположение оных польза в народе впредь была»*. Науки должны доставлять практическую пользу: *«Притом же бы вольные художества и мануфактуры, которые уже здесь заведены суть или впредь ещё заведены быть могут, от упомянутого заведения пользу имели, когда им удобные машины показаны и инструменты их исправны будут»*⁷.

Обращаясь к заре российской науки, надо вспомнить её всемирно известных зачинателей, достойных представителей века Просвещения, воплотивших в своём творчестве дух энциклопедизма – Эйлера и Ломоносова.

⁶ Сохранившиеся сведения о древнерусской культуре позволяют предположить, что элементарные естественно-научные знания были связаны либо с религиозно-философской традицией заимствованного характера, либо с решением частных прикладных, технических задач. Самостоятельного значения они не имели. До начала XVIII века в России не было условий для появления научных центров (см.: Естественно-научные представления Древней Руси: сборник статей. – М.: Наука, 1978).

⁷ Цит. по: *Копелевич Ю.Х. Возникновение научных академий. Середина XVII–XVIII в. – Л.: Наука, 1974. – С. 186.*

России повезло приобрести одного из самых выдающихся математиков мира – Леонарда Эйлера. Он 56 лет состоял в Петербургской Академии наук и прожил в России в течение тридцати одного года. Сын пастора, готовившийся поначалу к духовному званию, теологии предпочёл математические занятия под руководством Иоганна Бернулли. По совету сыновей своего учителя Николая и Даниила, которые в 1725 году стали профессорами Петербургской Академии, Эйлер к открытию кафедры физиологии в Петербургской Академии занялся этим предметом. Так как жребий не позволил ему занять место в Базельском университете⁸, Эйлер в 1727 году поступил на службу адъюнктом по математике в Петербургскую Академию наук, хотя ранее собирался занять кафедру физиологии. Со всей основательностью взявшись за анализ бесконечно-малых и приложения его к механике, физике, астрономии, он стремительно завоевал известность и стал одним из самых знаменитых математиков всех времён и народов.

В эпоху бироновщины Санкт-Петербург перестал быть безопасным местом для жизни. В 1741 году Эйлер по приглашению⁹ прусского короля Фридриха II переехал работать в

⁸ В Базельском университете конкурс на профессорскую кафедру решался просто – одобренные претенденты кидали жребий.

⁹ Суть монаршего отношения к наукам раскрывает переписка короля Фридриха с братом Августом Вильгельмом. 28 октября 1746 г. Вильгельм написал Фридриху о знакомстве с Эйлером: *«Я нашёл, что в нём подтверждается та истина, что все вещи несовершенны. Благодаря прилежанию он развил в себе логическое мышление и приобрёл тем самым имя; но его внешность и неловкая манера выражаться затемняют все эти прекрасные качества и мешают получать от них удовлетворение»*. Фридрих ответил: *«Милейший брат! Я уже думал, что беседа с г. Эйлером не доставит тебе особого удовольствия. Его эпиграммы состоят в вычислении новых кривых, каких-либо конических сечений или астрономических измерений. Среди учёных бывают такие сильные вычислители, комментаторы, переводчики и компиляторы, которые полезны в республике наук, но в остальном отнюдь не блестят. Их употребляют подобно доисторическим колоннам в архитектуре. Они принадлежат нижнему этажу, как опора для здания и коринфских колонн, являющихся его украшением»* (Цит. по: Винтер Э., Юшкевич А.П. О переписке Леонарда Эйлера и Г.Ф. Миллера // Леонард Эйлер. Сборник статей в честь 250-летия со дня рождения, представленных Академии наук СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 481).

Берлинскую Академию наук, деятельно участвуя в научной жизни России. В «Записках» Петербургской Академии в это время ежегодно публиковалось до десятка мемуаров Эйлера на разные математические и естественнонаучные темы. Четверть века берлинской жизни оказались плодотворными для Эйлера – он написал сотни статей по чистой и прикладной математике, а также три тома писем к немецкой принцессе о физических и философских материях. В 1766 году Эйлер вернулся в Петербург к огорчению Фридриха, который уже привык издеваться над своим «одноглазым геодезистом». В этот же год Эйлер ослеп на левый глаз. Правого глаза он лишился ещё в 1738 году из-за неизвестной болезни и перенапряжения при картографических расчётах. Однако научная продуктивность Эйлера была высокой до самой его кончины 18 сентября 1783 года. За жизнь он написал около 800 статей, двадцать монографий, сотни научных писем, отзывы на научные труды и технические изобретения¹⁰. Интересы Эйлера охватывали все современные ему области физико-математических наук: анализ и алгебру, аналитическую и дифференциальную геометрию, механику твёрдого тела, жидкостей и газов, оптику и учение об электричестве, астрономию и технические науки. Трудami Эйлера и его руководством была воспитана математическая культура в России. С.К. Котельников, С.Я. Румовский, М.Е. Головин и Н.И. Фусс были прямыми учениками Эйлера и составили первую отечественную математическую школу. Они в основном занимались математическим анализом и геометрией.

Всей своей жизнью Эйлер воплощал образ настоящего учёного. Обращаясь к проблемам математики и естествознания, он находил действенные алгоритмы, приводящие решение задач к числовому результату. Вопрос достоверности научного знания занимал Эйлера, и он неоднократно высказы-

¹⁰ Под руководством академиков А.Н. Крылова и С.И. Вавилова было опубликовано исследование физико-математических работ Эйлера: Леонард Эйлер (1707–1783). Труды института истории науки и техники. Вып. 1. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1935.

вался об этом. Признаками достойной научной работы он полагал оригинальность («остроумность»), правдоподобность, теоретическое осмысление опытных данных и доказанность положений. Необходимая часть познания – выдвижение гипотез, которые должны проверяться на истинность: *«Всё, что мы теперь знаем достоверно в физике, было первоначально окружено только догадками, и если бы мы никогда не допускали таковых, даже ложных, то мы бы не достигли истины»*¹¹. Что такое достоверность? Каковы критерии её оценки? По Эйлеру есть три основных источника знания: *«Существует три источника, откуда мы черпаем все наши знания; следует рассматривать все три как равно достоверные... то, что относится к первому источнику, называется чувственной достоверностью. Когда я убеждён в истинности чего-либо потому, что я сам видел, для меня это чувственная достоверность; и, если меня спросят, на чём основана моя уверенность, я отвечу, что в этом убеждают меня мои собственные чувства и что я являлся сам свидетелем данного факта... Я знаю, что огонь сжигает все горючие материалы, так как я сам это видел, и для меня это явление – фактически достоверно. Достоверность знаний, обретенных нами путём рассуждения, называется логической, или доказательной достоверностью, ибо мы убеждаемся в её истинности посредством доказательств. Примером могут служить математические истины: логическая достоверность убеждает нас в их справедливости. Наконец, наша уверенность в истинности тех фактов, которые стали нам известны из сообщения других людей, называется моральной достоверностью, ибо в основе лежит доверие, которого заслуживают люди, о них сообщающие... это можно сказать о всех фактах, с которыми нас знакомит история. Мы знаем – в силу моральной достоверности, – что некогда были в Риме Юлий Цезарь, Август, Нерон и т.д. ... свидетелю следует верить лишь в том, что он видел или пережил сам. Судьи останавливаются только на том, что свидетели видели и испытали сами, и категорически отвергают их домыслы или выводимые ими умозаключения, сколь бы они ни были порой обоснованны. Того же правила придерживаются и в от-*

¹¹ Архив Академии наук. – Ф. 1. – Оп. 3. – № 44. – Л. 80–80 об.

ношении историков: мы хотим, чтобы они рассказывали нам только то, чему сами были свидетелями, а размышления, которые они к этому добавляют, интересуют нас меньше, хотя они весьма украшают историческое повествование. Именно поэтому истинность того, что другие испытали сами посредством своих чувств, вызывает больше доверие, чем то, к чему они пришли путём размышления»¹².

ЛОМОНОСОВ О ЗАДАЧАХ УЧЁНОГО

В 1747 году Леонард Эйлер получил на отзыв работы первого русского профессора – Михаила Васильевича Ломоносова, против которого тогда интриговал конференц-секретарь Академии Иоганн Шумахер, задержавший публикацию трудов Ломоносова и Рихмана с 1745 года по причине отсутствия экспертов для их проверки. Эйлер позитивно оценил научный потенциал Ломоносова и его идеи: «Все сочинения не токмо хороши, но и превосходны, ибо он изъясняет физические и химические материи самые нужные и трудные, кои совсем неизвестны и невозможно были к истолкованию самым остроумным учёным людям, с таким основательством, что я совсем уверен о точности его доказательств. При сём случае я должен отдать справедливость господину Ломоносову, что он одарован самым счастливым остроумием для объяснения явлений физических и химических. Желать надобно, чтобы прочие Академии были в состоянии показать такие изобретения, которые показал господин Ломоносов»¹³. Эта моральная поддержка пришла Ломоносову весьма кстати. Им не довелось видеться лично, поскольку Ломоносов умер в 1765 году, а Эйлер вернулся в Петербург

¹² Эйлер Л. Письма к немецкой принцессе о разных физических и философских материях. – СПб.: Наука, 2002. – С. 263–264.

¹³ Цит. по: Лаврентьев М.А. Вступительная речь на юбилейной сессии, посвящённой 250-летию со дня рождения Леонарда Эйлера // Леонард Эйлер. Сборник статей в честь 250-летия со дня рождения, представленных Академии наук СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 10–11.

только на следующий год, но их роднило искреннее отношение к науке и неутолимая жажда познания, отличающая истинных учёных от околонучных пансионеров. Они переписывались с марта 1748 года до последних дней жизни Ломоносова, с перерывами из-за русско-прусской войны. Характерно, что именно в письме к Эйлеру Ломоносов сформулировал умозрение о сохранении материи и движения¹⁴: «... *все встречающиеся в природе изменения происходят так, что если к чему-либо нечто прибавилось, то это отнимается у чего-то другого. Так, сколько материи прибавляется какому-либо телу, столько же теряется у другого, сколько часов я затрачиваю на сон, столько же отнимаю от бодрствования и т.д. Так как это всеобщий закон природы, то он распространяется и на правила движения: тело, которое своим толчком возбуждает другое к движению, столько же теряет от своего движения, сколько сообщает другому, им двинутому*»¹⁵. В Академии не раз пробовали поспорить Эйлера и Ломоносова, но они всегда оставались благожелательны друг к другу¹⁶.

Ломоносов был на четыре года младше Эйлера, но вступил в науку значительно позже. В возрасте 30 лет он ещё считался молодым учёным, когда у Эйлера уже была мировая известность. В 19 лет Ломоносов пошёл из Холмогоров в Москву поступать в Славяно-греко-латинскую академию, выдав себя за холмогорского дворянина – иначе ему, как крестьянскому сыну, было бы отказано в обучении. Терпя «несказанную

¹⁴ В 1673 г. Бойль прокаливал металлы в запаянных сосудах и нашёл, что их вес после этого увеличивается. Объяснение этому он дал такое: «огненная материя» проникает через стенки сосуда и утяжеляет металлы. В 1756 г. Ломоносов повторил опыт Бойля при тех же условиях, но взвешивание сосуда с окалиной производил до его вскрытия, а не потом, как делал Бойль. Увеличения веса не наблюдалось. Ломоносов объяснил это тем, что частицы воздуха, текущего над обжигаемым телом, соединяются с ним и увеличивают его вес.

¹⁵ Ломоносов М.В. Полное собрание сочинений. Т. 1. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – С. 183–186.

¹⁶ Ченакал В.Л. Эйлер и Ломоносов (к истории научных связей) // Леонард Эйлер. Сборник статей в честь 250-летия со дня рождения, представленных Академии наук СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 423–463.

бедность», он столь хорошо зарекомендовал себя, что в 1735 году был отправлен как «*в науках достойный*» учиться в Петербург в университет при Академии наук. В 1736 году его командировали в Германию учиться металлургии и горному делу для намечавшейся впоследствии экспедиции. До 1741 года Ломоносов обучался философии, физике, механике, математике и химии в Марбурге, металлургии и горному делу в Фрайберге. По возвращению в Петербург тридцатилетний Ломоносов был назначен адъюнктом Академии по физическому классу и начал писать книгу по металлургии, диссертации по проблемам химии и физики. Вклад Ломоносова в формирование отечественной научной традиции колоссален. Он был не только естествоиспытателем и литератором, побудившим создание Московского университета, но и создателем основы русской научной терминологии и философии научного поиска. Главный лейтмотив научной работы Ломоносова – принесение общественной пользы¹⁷.

¹⁷ Сначала укажем гуманитарные труды Ломоносова. «Письма о правилах русского стихосложения» (1739) стали теоретической основой русской поэзии. «Краткое руководство по риторике» (1748) – начало научного изучения русского языка. В 1746 г. вышел его перевод «Экспериментальной физики» Х. Вольфа, в котором Ломоносов ввёл русскоязычную научную лексику, используемую и сегодня. В 1754 г. он разработал проект Московского университета. В 1757 г. опубликовал «Российскую грамматику», ставшую главным пособием по русскому языку. В 1760 г. опубликовал «Краткий российский летописец с родословием». В 1761 г. написал сочинение «О сохранении и размножении российского народа», которое является первым российским сочинением по демографии. В 1763 г. начал печатать «Древнюю русскую историю от начала российского народа до кончины великого князя Ярослава I». Его естественнонаучные работы: «Элементы математической химии» (1741), «Опыт теории о нечувствительных частицах» (1743), «Размышление о причинах теплоты и холода» и «О вольном движении воздуха, в рудниках примечаемом» (1744); «О светлости металлов» (1745). В 1748 г. по инициативе и проекту Ломоносова была открыта первая русская химическая лаборатория. В 1752-53 гг. в Химической лаборатории читался первый российский курс физической химии. В 1752 г. он преподнёс императрице Елизавете Петровне мозаичную работу из 4000 кусочков стекла, выполненных по своей рецептуре, и получил монополию на производство стекла. В 1753-54 гг. он построил стекольную фабрику в Усть-Руднице и преподнёс

Только претендуя на звание адъюнкта Академии наук, в работе «Элементы математической химии» (1741) Ломоносов рассуждает о необходимых навыках химика. Для доказательства положений нужно предварительно практически устанавливать факты исследуемой области, нуждающиеся в объяснении, для чего следует обращаться к ранее установленным и осмысленным данным. Полезно знание математики, так как её применение в ряде естественных наук (гидравлике, аэрометрии, оптике) дало важные результаты: *«всё, что до этого было в этих науках темно, сомнительно и недостоверно, математика сделала ясным, достоверным и очевидным»*¹⁸. Он напоминает, что *«в науке принято доказывать утверждаемое»*¹⁹.

Ломоносов указал методологические принципы научного исследования, считая их философскими аксиомами: *«Одно и то же не может одновременно быть и не быть. Ничто не происходит без достаточного основания. Одно и то же равно самому себе. Целое равно всем частям, взятым вместе. Общие атрибуты зависят от одной и той же причины»*²⁰. Основа научного познания – опыт, дающий необходимые факты для построения гипотез: *«Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений, рождённых только воображением. Но считаю необходимым сообразовывать опыт с нуждами физики. Те, кто, собираясь извлечь из опыта*

Сенату портрет Петра I. В 1762–64 гг. создал огромное мозаичное панно «Полтавская битва». В 1753–62 гг. разрабатывал теорию распространения света, цвета и проект ночезрительной трубы. В 1761 г. наблюдал прохождение Венеры по диску Солнца и предположил наличие у Венеры атмосферы. В 1761 г. предложил новый способ описывать полуденную линию. В 1763 г. издал научное руководство по горному делу «Первые основания металлургии или рудных дел» и опубликовал «Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию» с приложением карты приполярных стран. В 1765 г. издал «Примерную инструкцию морским командующим офицерам, отправляющимся к поисканию пути на восток Северным Сибирским Океаном».

¹⁸ Ломоносов М.В. Элементы математической химии // Ломоносов М.В. Избранные труды по химии и физике. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 13.

¹⁹ Там же. – С. 8.

²⁰ Ломоносов М.В. Элементы математической химии // Ломоносов М.В. Избранные труды по химии и физике. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 14–15.

истины, не берут с собой ничего, кроме собственных чувств, по большей части должны остаться ни с чем; ибо они или не замечают лучшего и необходимейшего, или не умеют воспользоваться тем, что видят или постигают при помощи остальных чувств»²¹. Дедуктивный и индуктивный методы должны дополнять друг друга: «Высшая степень достоверности приобретается в физических вопросах, если положения, выведенные и доказанные *a priori* и подтверждены опытами, соответствуют также и математической проверке»²². Математика – царица наук по своей убедительности, поскольку «нет более надёжного способа доказательства, чем способ математиков, которые подтверждают выведенные *a priori* положения примерами и проверкой *a posteriori*»²³.

Выступая 6 сентября 1751 года перед собранием Императорской Академии наук, Ломоносов указал главную цель науки – раскрывать причины явлений, устанавливая законы: «Науки подают ясное о вещах понятие и открывают потаённые действия и свойств причины; художества к преумножению человеческой пользы оные употребляют. Науки довольствуют врождённое и вкоренённое в нас любопытство; художества снисканием прибýtка увеселяют. Науки художествам путь показывают; художества происхождение наук ускоряют. Обои общею пользою согласно служат»²⁴.

В феодальной России вельможи и академические привилегированные не нуждались в прогрессе науки. Они заботились лишь о сохранении своих выгод. Так, академик Ф. Эпинус не пускал в академическую обсерваторию А.Д. Красильникова и Н.И. Попова. Только Правительствующий Сенат принудил Эпинуса допустить учёных к наблюдению прохождения Ве-

²¹ Ломоносов М.В. Собрание сочинений. – Т. 1. – 1950. – С. 25.

²² Там же. – С. 369.

²³ Ломоносов М.В. Собрание сочинений. – Т. 2. – 1950. – С. 25.

²⁴ Слово о пользе химии. В публичном собрании Императорской академии наук сентября 6 дня 1751 года говоренное Михайлом Ломоносовым // Ломоносов М.В. Избранные труды по химии и физике. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 160.

неры по диску Солнца в 1761 году. Академики Миллер и Эпинус для дискредитации выводов Ломоносова неофициально доложили Французской академии об ошибках в наблюдениях Красильникова и Курганова. Что Ломоносов назвал «*наущением от здешних Красильникову и Курганову соперников*»²⁵.

Многие предложения Ломоносова по развитию российского образования и науки встречали неизменные препоны. Против учёного постоянно велись интриги для его смещения с академических должностей. Практическая государственная польза не была целью для большинства иноземных учёных, записавшихся на службу российской империи. Попытка снять Ломоносова с управления Географическим департаментом для передачи историографу Миллеру, не знавшему математики и астрономии, – наглядное тому доказательство. Ломоносов возглавлял Географический департамент Академии с 1757 года. Он взял на себя трудную задачу организации исправления географических карт. Заботясь о процветании российского мореходства и улучшении навигационного дела, он занимался не только теоретическими вопросами уточнения навигационных расчётов («*сыскания долготы и широты на корабле*»), но и практической подготовкой штурманов для северных экспедиций, снаряжением кораблей необходимыми физическими и астрономическими инструментами, изготовлением подзорных труб. За 25 лет Ломоносов изобрёл и усовершенствовал около ста астрономических, навигационных, гравиметрических, метеорологических, электроизмерительных, оптических и геодезических приборов.

Описывая войну с «*неприятелями наук российских*», и в частности – со своим давним гонителем Шумахером, Ломоносов описал сложившееся в Академии наук положение: «*Шумахеру было опасно происхождение в науках и произведение в Профессоры природных Россиян, от которых он уменьшения своей*

²⁵ Билярский П.С. Материалы для биографии М.В. Ломоносова. – СПб., 1863. – С. 462.

силы опасался. Того ради учения и содержание Российских студентов было в таком небрежении, по которому ясно оказалось, что не было у него намерения их допустить к совершенствованию учения. Яснее сие понять можно, что Шумахер неоднократно так отзывался, я-де великую прошибку в политике своей сделал, что допустил Ломоносова в профессору. И недавно зять его и имения, и дел, и чуть не Академии наследник отозвался в разговоре о произведении Российских студентов: разве-де нам Ломоносовых надобно? И один-де нам в тягость»²⁶.

Поэтически выражая цели научных занятий, Ломоносов особо выделял соображение служения и прославления Отечества, а также удовлетворение собственного познавательного интереса как своего рода утешения жизни:

*О вы, которых ожидает
Отечество от недр своих
И видеть таковых желает,
Каких зовет от стран чужих,
О, ваши дни благословенны!
Дерзайте ныне ободренны
Раченьем вашим показать,
Что может собственных Платонов
И быстрых разумом Невтонов
Российская земля рождать.
Науки юношей питают,
Отраду старым подают,
В счастливой жизни украшают,
В несчастной случай берегут;
В домашних трудностях утеха
И в дальних странствах не помеха.
Науки пользуют везде,
Среди народов и в пустыне,
В градском шуму и наедине,
В покое сладки и в труде.*

²⁶ Цит. по: Куликовский П.Г. М.В. Ломоносов – астроном и физик. – М.-Л.: ГИТТЛ, 1969. – С. 29–30.

Гений Ломоносова искал практического применения. Из его предложений было реализовано удручающе мало, в основном – из-за косности коллег и нежелания администраторов вникать в научные проекты. Так, из досадного упрямства и предрассудка, который можно было устранить экспериментом, было отвергнута идея Ломоносова о «машине для сгущения света для различения в ночное время скал и кораблей» (он выступал на эту тему 13 мая 1758 года на заседании академической Конференции). Ломоносов в 1757, 1758 и 1763 годах возвращался к «ночезрительной трубе», пытаясь доказать её возможность. Но возобладало сопротивление академиков С.Я. Румовского и Ф. Эпинуса, полагавших, что ни один оптический инструмент не способен увеличить контрастность изображения. Ночезрительные бинокли с большим увеличением появились только во время Второй мировой войны. Тогда было доказано, что свойства сетчатки глаза при ночном зрении меняются, и подзорная труба, увеличивающая разрешающую силу глаза, увеличивает и воспринимаемую яркость предметов.

Обязательной задачей для М.В. Ломоносова было развитие российского народа и прославление через это Отечества. Он завещал нам: *«Сами свой разум употребляйте. Меня за Аристотеля, Картезия, Невтона не почитайте. Ежели вы мне их имя дадите, то знайте, что вы холопы, а моя слава падает и с вашей».*

О ПОЛОЖЕНИИ НАУКИ В ЦАРСКОЙ РОССИИ

Сеть российских научных заведений сложилась в первой половине XIX века и почти без изменений просуществовала до начала XX века. Основными местами исследовательской работы были лаборатории немногочисленных университетов²⁷, Академия наук и научные общества. Некоторые виды

²⁷ В начале XIX века были образованы четыре университета, помимо существовавшего с 1755 г. Московского. В 1802 г. на основе старинного учебного заведения был открыт Юрьевский, или Дерптский университет. В 1804 г. на

исследований выполнялись при специальных ведомственных учреждениях, таких как Геологический комитет, Главное гидрографическое управление, Сельскохозяйственный учёный комитет. Научные центры были слабо связаны друг с другом, общение между учёными держалось только на личных связях. До 1916 года не велось учёта научных сил²⁸. Развитию науки мешало постоянство внутреннего строя и состава учреждений – новые научные дисциплины не находили в нём места.

Особое положение имела Академия наук. Устав 1803 года устремлял академиков на изыскание средств «к умножению народной промышленности и торговли», увеличивал число академиков и адъюнктов с 20 до 38, и возвышал науки физико-математические и исторические. В 1841 году Академия наук была разделена на три отделения: физико-математическое, русского языка и словесности и историко-филологическое. Они были сохранены уставом 1869 года, значительно увеличившим штаты академии. 1 июня 1893 года императором были утверждены новые штаты по конференции, канцелярии конференции, правлению Академии (так назван по новым штатам прежний комитет правления Академии) и библиотеке; число академиков и адъюнктов определено в 46 человек (21 – по I-му физико-математическому отделению, 7 – по II-му отделению русского языка и словесности, 13 – по III-му историко-филологическому отделению и 5 сверхштатных и иногородних мест). Академия получала половину научно-исследовательского бюджета Министерства просве-

базе гимназии был основан университет в Казани. В том же году в Харькове была реорганизована в университет Главная Виленская школа. В 1819 г. был преобразован в университет Главный педагогический институт в Петербурге. Впоследствии до конца века было открыто ещё четыре университета. В 1834 г. из Кременецкого лицея создан Киевский университет св. Владимира, в 1865 г. из Ришельевского лицея образован Новороссийский университет в Одессе, в 1869 г. восстановлен Варшавский университет, впервые открытый ещё в 1817 г., и в 1888 г. открыт Томский университет.

²⁸ Бастракова М.С. Организационные тенденции русской науки в начале XX века // Организация научной деятельности. – М.: Наука, 1968. – С. 150–186.

щения, что в 1890-е годы составляло около 200 тысяч рублей. Во время реформ 1860-х годов Академия критиковалась со стороны университетской профессуры за консерватизм и отсталость научной тематики, за изолированность и оторванность от запросов жизни, за стремление присвоить право на научную истину, за высокомерное отношение к университетам и русским научным обществам. Тогда Академия вела заседания и публиковала свои труды на французском языке. Предлагалось её упразднить, как бесполезную для России, или реорганизовать в научное общество.

Недвижимость Академии составляли 7 музеев и 5 лабораторий. При ней существовали 15 полуобщественных комиссий. Лаборатории Академии наук были плохо оборудованы и тесны – одновременно в них могли работать не более 5 человек. В докладной записке Академии 1911 года отмечалось, что её основные исследовательские учреждения *«лишены возможности поднять свою работу на уровень современных научных требований; поставлены в своей учёной работе в условия худшие, чем те, какие существуют в правильно организованных учреждениях университетов или политехнических институтов»*²⁹. Академия имела высокий императорский статус, но её общественный престиж непрестанно снижался. Она вносила скромный вклад в развитие русской науки, как из-за малочисленности работников, так и из-за скудости материально-технического обеспечения. Успешнее всего в ней развивались гуманитарные исследования, а прикладная наука почти полностью отсутствовала.

В силу этого наука в России XIX – начала XX века в основном продвигалась в высших учебных заведениях. Учёные высшей школы выступали как исследователи и педагоги. Их общее число к 1917 году составляло около 11 тысяч человек. Число университетских кафедр и их сотрудников ограничивалось устаревшими штатами и не отвечало степени дифференциации науки. Так, в 1910 году в российских университе-

²⁹ ААНРФ. – Ф. 2. – Оп. 1. 1911. – № 42. – Л. 2.

тах не было кафедр математической физики, физической химии, бактериологии, эмбриологии, гистологии, экспериментальной морфологии, физиологии животных, – то есть в тех направлениях, где российская наука уже достигла значительных успехов³⁰. Исследовательские подразделения в высшей школе имели подчинённое положение, не имели собственного бюджета и мало финансировались.

Реорганизация науки ведущими учёными воспринималась насущной задачей. Если в 1860–80-х годах статьи о нуждах науки появлялись эпизодически, касаясь частных вопросов работы научных учреждений, то в начале XX века эта тема поднимается в печати регулярно. В журналах «Русская мысль», «Вестник Европы», газетах «Русские ведомости», «Речь» публиковались научные обзоры, очерки работы научных организаций. Обсуждались проблемы ведения экспериментальной работы, перспективы науки, неотложные потребности исследовательских учреждений.

Формой самоорганизации учёных стали научные съезды. Особую роль в них сыграл Карл Фёдорович Кесслер – зоолог, профессор Киевского университета, с 1863 года – декан физико-математического факультета Петербургского университета, а в 1867–1873 годы – ректор этого университета. В 1874 году его избрали членом-корреспондентом Физико-математического отделения Академии по разряду биологических наук.

Ещё в 1856 году Кесслер подал министру народного просвещения А.С. Норову проект научного съезда – «Правила для собрания естествоиспытателей и врачей». В 1861 и 1862 годах ему удалось созвать съезды учителей естественных наук, в 1861 году при поддержке Н.И. Пирогова он получил разрешение министра народного просвещения на съезд учителей естественных наук гимназий Киевского учебного округа, а в 1867 году он организовал первый всероссийский съезд естествоиспытателей. Проведение съездов было делом чрез-

³⁰ Кольцов Н.К. К университетскому вопросу. – М., 1910. – С. 42–43.

вычайной сложности. Потребовалось согласование и разрешение от нескольких министров и лично императора, что отняло около 5 лет. В 1862 году профессора Московского и Киевского университетов при поддержке своих генерал-губернаторов подготовили программу организации съездов естествоиспытателей и врачей и просьбу об их разрешении. Медицинский совет Министерства внутренних дел дал проекту положительную оценку, посчитав, что от таких съездов можно ожидать весьма полезных результатов для успешного развития в нашем Отечестве упомянутых отраслей наук, как в теоретическом отношении, так и в практическом. Министр народного просвещения А.В. Головин представил обращение на имя императора, в котором высказал положительное мнение о съездах. Александр II передал вопрос на усмотрение Совета министров, который в 1863 году отклонил ходатайство вследствие опасения, что эти съезды могут послужить прикрытием для политических целей.

В конце 1866 года министр народного просвещения Д.А. Толстой обратился к К.Ф. Кесслеру с запросом о пользе такого мероприятия. Кесслер при поддержке Совета университета в январе 1867 года передал в министерство ходатайство о проведении съезда. Обсуждение вопроса в министерстве и в Совете министров было быстрым и положительным – съезд был разрешён.

464 делегата Первого съезда русских естествоиспытателей собрались в Актовом зале Петербургского университета 28 декабря 1867 года, и около четверти из них приехали с окраин России. Профессор Московского университета Г.Е. Щуровский сказал о значении съездов: *«Нравственной силой, сближающей учёных деятелей между собой и с обществом или массой народа, во всей Западной Европе служили учёные съезды. Без всякого сомнения, такой же силой они должны быть и у нас. Действительно, задача съездов в её простейшей форме состоит именно в сближении учёных деятелей между собой и сообществом. Сблизившиеся между собой, они выработают те определённые цели, которые необходимы для расширения и укрепления науки в нашем*

отечестве, воспитают новое поколение для самостоятельной работы и укажут на те пробелы, которые требуют восполнения»³¹.

До 1917 года состоялось 13 съездов естествоиспытателей: в Санкт-Петербурге (1867, 1879, 1889, 1901), Москве (1869, 1894, 1910), Киеве (1871, 1898), Казани (1873), Варшаве (1876), Одессе (1883), Тифлисе (1913). Число участников съездов неуклонно росло: 400 – на первых съездах и до 5000 – на последних³². Кроме учёных и преподавателей высших учебных заведений в работе секций принимали преподаватели средних учебных заведений и врачи.

Съезды способствовали прогрессу науки, обеспечивая обмен и развитие идей, сообщаемых в многочисленных докладах. Они также содействовали консолидации научного сообщества на осуществление важных мер общенаучного национального значения. На съездах была поставлена проблема развития русского языка, как языка науки, и создания русского научного тезауруса. Решением съездов было принято поддерживать введение метрической системы, продвигаемой Д.И. Менделеевым и А.Ю. Давидовым. Поднималась тема реферирования работ российских учёных, составления обзоров русской научной литературы и её библиографии, организации Русской ассоциации для содействия развитию и распространению знаний.

Созданные по решению Первого съезда общества естествоиспытателей сыграли важную роль в развитии науки. Съездам удалось получить субсидии на издание трудов обществ естествоиспытателей и Московского математического общества. На этих съездах учёные неизменно высказывались по вопросам организации науки. Их предложения сводились к следующим: объединение научных сил и создание сети ис-

³¹ Цит. по: *Бобынин В.В.* Математико-астрономическая и физическая секция первых девяти съездов естествоиспытателей и врачей. Ч. 1. – М.: Тип. А.И. Мамонтова, 1986. – С. 75.

³² *Киро С.Н.* Математика на съездах русских естествоиспытателей и врачей // Историко-математические исследования. Вып. XI. – М.: ГИФМЛ, 1958. – С. 133–158.

следовательских институтов; сближение науки с производством; создание системы государственной поддержки исследовательской работы.

Царское правительство не вело государственной научной политики. Государство не заказывало и не финансировало передовые исследования. Его потребность в решении научно-технических проблем была случайной. Российская наука не считалась фактором развития промышленности и военного потенциала. Высокотехнологические разработки приобретались за рубежом, в ущерб собственному производству. Российская империя своим золотом оплачивала военнотехнический прогресс Европы и Америки. Учёные, будучи по преимуществу преподавателями учебных заведений, считались чиновниками, обучающими будущих администраторов и кадровых военных.

О РЕФОРМЕ НАУКИ

Российские учёные наблюдали небрежение государства интересами науки. Такое отношение мешало научным исследованиям. На рубеже XX века было сделано много глубоких открытий в разных областях естествознания и, особенно, – в физике. В это время были обнаружены рентгеновские лучи (1895), открыта радиоактивность (1896), обнаружен электрон (1897), выделены из воздуха пять благородных (инертных) газов (1894–1898), заложена квантовая теория (1900). Эти достижения формировали новую физическую картину мира и существенно влияли на прогресс естественных наук. И почти все ключевые достижения физики были получены зарубежными учёными. Причиной этого явления была малочисленность Российского физического сообщества и его идейная зависимость от западных учителей, у которых наши соотечественники готовили свои диссертации. Перед Первой мировой войной европейская физика изучала строение атомов и кристаллов, спектры атомов и сверхпроводимость. Российская

наука заметно отставала, пребывая в проблемах и методах прошедшего века. Многих профессоров сковал страх новизны. Абрам Федорович Иоффе позднее сообщал: «Когда я начинал работать в Петербурге (это был 1906 г.), там ещё сильны были традиции XIX века, и даже скорее его середины, школы Ф.Ф. Петрушевского. Преподавание физики в высшей школе шло по линии так называемой измерительной физики – методов измерения, как основы точного знания. Во всех высших школах С.-Петербурга первый курс отводился описанию измерительных приборов, и только со второго курса излагались законы из области теплоты, электричества, магнетизма, оптики, акустики. Теоретическая или, вернее, математическая физика в университете сводилась к феноменологической формулировке законов и решению уравнений в частных производных из области теплопроводности и электростатики. Профессора и преподаватели физики высших школ обладали обширной эрудицией, но мало внимания уделяли творческой деятельности. Научные работы оставленных при университете часто сводились к повторению опубликованных работ... Научная работа в физическом институте Петербургского университета находилась на невысоком уровне»³³.

Достижения российских математиков определялись их оригинальностью, а не благоприятной средой. Административное доминирование в начале XIX века Петербургских математиков не сопровождалось высоким качеством преподавания в Петербургском университете. Иные университеты порой имели более сильный преподавательский состав, который обеспечили первые их попечители, вникавшие в организацию учебного дела. Научные связи между математиками почти отсутствовали, интереса к работам соотечественников было мало. Отвержение выдающихся геометрических работ казанского профессора Николая Ивановича Лобачевского лидерами Санкт-Петербургских математиков – академиками Михаилом Васильевичем Остроградским и Виктором Яковле-

³³ Иоффе А.Ф. Советские физики и дореволюционная физика в России // Успехи физических наук. – 1947. – Т. 33, № 12. – С. 453–468.

вичем Буняковским – было характерной иллюстрацией того времени.

Со второй четверти XIX века до 1860-х годов в российском математическом сообществе стала подниматься московская математическая школа, чьи выпускники сохраняли интеллектуальную связь друг с другом и привязанность к выбранному полю идей. Благодаря одному из наиболее ярких её воспитанников – Пафнутию Львовичу Чебышеву, переехавшему в Санкт-Петербург в 1847 году, – лидерство возвращается к петербургской математической школе. Но уже ближайшие ученики Чебышева начали конфликтовать с московской школой, надолго осложнив деятельность всего российского математического сообщества.

К концу XIX века Казанский, Харьковский и Киевский университеты пополнились талантливыми выпускниками столичных университетов, активно входящими в математическую жизнь. Возникли новые научные школы: Д.А. Граве – в Киеве, А.В. Васильева – в Казани. Появление научных обществ и регулярных журналов, осведомлённость в актуальных вопросах математической науки, проистекающая из практики заграничных стажировок в лучших университетах Европы, позволили российским математикам ассоциироваться с европейским математическим сообществом.

Характеризуя интеллектуальную ситуацию в математике, Д.М. Синцов написал в 1913 году: *«Если угодно, великих открытий, равных по силе с Дарвиновской теорией эволюции нет в математике со времени Ньютона и Лейбница. Может быть, мы накануне великих открытий, – предсказывать трудно, но с тех пор и донныне идет не революция, а эволюция, развитие по пути указанному этими гениями. Характер работы последнего полувека, – это стремление к углублению основ, критике основных положений»*³⁴.

Столь же скептическое отношение к успехам собственной национальной науки было характерно и для биологов.

³⁴ Синцов Д.М. По поводу одной книги // Математическое образование. – М., 1913. – № 2. – С. 70.

Александр Александрович Еленкин (1873–1942) – основатель российской лишенологической школы, один из основоположников альгологии, микологии, фитопатологии и бриологии рассуждал о факторах, влияющих на организацию научных исследований, о проблеме «научности» и «ненаучности». Он сравнивает состояние исследований в Германии и России, отмечая, что ботаника в Германии превратилось в науку благодаря социальному заказу: *«В России есть учёные, но нет науки. Конечно, под наукой я разумею не те полуофициальные исследования, производимые в лабораториях наших университетов, которые могут быть и очень ценными сами по себе, но совершенно не связаны с жизнью и научными потребностями общества»*. Размышляя об этой печальной ситуации, он делает весьма важный вывод, что *«наука, чтобы быть действительно наукой, а не налётом цивилизации, которой во всякое время легко смести, должна быть верным отражением, продуктом жизненных интересов самого общества и, следовательно, является в самой своей сущности глубоко национальной во всех своих проявлениях. У нас же, как и во многом другом, жизнь и общество сами по себе, а наука, ... наука тоже сама по себе»*³⁵. Какие же причины сложившейся ситуации? Прежде всего дело в особой истории развития науки в России. Немецкие учёные, приглашаемые начиная с Петра I и до настоящего времени, мало способствовали действительному просвещению масс, так как писали свои труды на иностранных языках и публиковались преимущественно в иностранных журналах. Хотя, в собственно научной области ими было сделано достаточно много для естественноисторического изучения России.

У отечественных биологов, воспитанных в 1860-70-е годы, сформировались специфически узкие методологические предпочтения в научной работе, приводящие в конечном счёте к мелкотемью. В 1860-е годы наступил период реформирования системы российского высшего образования и расширения количества специалистов за счёт научной спе-

³⁵ Еленкин А.А. Наука как предмет национального творчества // Флора мхов Средней России. – Юрьев: Тип. К. Маттисена, 1909. – С. 6.

циализации в европейских вузах. Он пришёлся на пору заси-
ля в немецких университетах «научного» движения в бота-
нике и биологии в целом. Русские молодые исследователи не
имели *«под собой никаких научных традиций, никакой базы поло-
жительных знаний и то презрение к флористике и систематике,
которые едва лишь зарождались в России. Результаты оказались са-
мые печальные. Возвратившись на родину, большинство молодых
немецких учеников стало работать у себя по раз данному им на-
правлению, считая, по-видимому, едва ли не преступлением откло-
ниться куда-нибудь в сторону. Понятно, что работы такого рода,
нередко очень важные и ценные сами по себе, являются лишь допол-
нением к той или другой школе европейских учёных и, благодаря
этому, не имели почти никакого значения собственно для Рос-
сии»*³⁶. Еленкин сообщает, что исследователи того времени не
формировали национальную исследовательскую традицию,
оставаясь внутренне зависимыми от немецких научных цен-
тров: *«Доказательством, насколько учёные того времени мало ду-
мали о значении своих работ для общества, может служить уже
одно то общеизвестное и крайне печальное обстоятельство, что
большинство русских «патентованных» исследователей печатало
свои труды в иностранных журналах и на иностранных языках!
Трудно представить себе факт большего презрения к интересам
русского общества, а между тем подобного рода факты продолжа-
ются и в наши дни, и даже лицами, которым, казалось бы, не чужды
интересы национального научного движения в России»*³⁷.

Эта вторичность привела к тому, что российские бота-
ники не создали своих школ и оригинальных направлений в
науке. Изучение русской флоры, особенно споровых расте-
ний, практически остановилось. В то время как немецкая бо-
таническая наука процветала, будучи продуктом осознанно-
го развития в избранном направлении. Отсутствие исследо-
вательской программы, ориентирующей российских учёных
и способствующей формированию общей картины изучае-

³⁶ Еленкин А.А. Наука как предмет национального творчества // Флора мхов
Средней России. – Юрьев: Тип. К. Маттисена, 1909. – С. 7.

³⁷ Там же. – С. 7.

мого предмета, привели к фрагментарности и бессистемности научных проектов.

Еленкин, не отрицая вненациональности научного продукта и его, как бы мы сейчас сказали, интерсубъективности, настаивает, что нельзя просто взять для прививки чужую методологическую стратегию и культивировать её вне того поля национальной науки, где она возникла. Необходимо взрастить учёных, способных выработать самостоятельную исследовательскую программу, которую смогут осознанно реализовать под сформированный запрос своего общества. *«У культурного народа, подготовленного к восприятию мысли чужой народности, мысль, заимствованная извне, нередко настолько ассимилируется, что становится уже своей собственной и, как известная база, является стимулом новых мыслей, новых плодотворных идей. В таком случае основная первичная идея, утрачивая до известной степени свой национальный характер и становясь общим культурным достоянием, делается уже космополитической, но порождаемые ею научные направления (школы), в период их развития у различных народностей, в свою очередь необходимо развиваются специфически национальными чертами до тех пор, пока творчество той или иной культурной среды не выкристаллизует новую мысль в окончательной форме, как космополитическую идею... Развитие одной и той же идеи у разных народов, образуя одно великое целое, в тоже время распадается по народностям на отдельные более или менее замкнутые системы, в которых пробелы настолько ничтожны, что каждая из них образует стройное и связанное целое. Вот эта именно стройность и связанность и отсутствуют в работах наших учёных-западников, что объясняется, очевидно, недостаточной подготовленностью всего нашего общества к восприятию (ассимиляции) научных идей, выкристаллизованных в западной Европе гением той или иной народности»³⁸.* Главная идея Еленкина в том, что продукты науки интернациональны, но они создаются в самостоятельных национальных исследовательских школах.

³⁸ Еленкин А.А. Наука как предмет национального творчества // Флора мхов Средней России. – Юрьев: Тип. К. Маттисена, 1909. – С. 9-10.

О НАУЧНОМ МИРОВОЗЗРЕНИИ

Во второй половине XIX века тон философско-методологических рассуждений учёных стал задавать позитивизм. Основоположник позитивизма Огюст Конт (1798–1857) на основе принципа координации, в порядке убывающей общности исследуемого предмета, составил свою классификацию наук. Вряд ли можно считать Конта настоящим учёным. Он не имел опыта математического или естественнонаучного исследования. Его философские рассуждения о научном знании были основательно смешаны с его же социально-политическим проектом, направленным на преобразование общества. Знакомство с обстоятельствами его семейной и профессиональной жизни оставляют чувство изумления тем, что столь малопрактичный и откровенно чудаковатый мечтатель смог произвести на своих современников такое глубокое впечатление и сформировать целое интеллектуальное движение, реализующее философию положительного знания. Как написал один из его русских пропагандистов – Петр Лаврович Лавров, бывший антропологом и немного математиком, историком и публицистом левых убеждений, *«позитивизм ставит ясно и определённо задачу человеческой мысли, задачу, которая при её разрешении охватит реальный мир, идеальный процесс познающей мысли, исторический процесс развивающейся цивилизации и практический процесс рационального обучения»*³⁹. Сторонникам Конта импонировала его критика спекулятивной философии, превознесение методологии естественных наук, желание придать гуманитарным дисциплинам истинную научность, и наконец, поиск законов общественной жизни.

Конт отверг бэконовский принцип деления наук по различным способностям человеческого ума. Науки Конт классифицировал, исходя из изучаемых ими предметов и дейст-

³⁹ Лавров П.Л. Философия и социология. Избранные произведения: в 2 т. Т. 1. – М.: Мысль, 1965. – С. 591.

вительных, естественных связей, существующих между ними – от простых к сложным (в последовательности): математика (включая механику), астрономия, физика, химия, физиология (включая психологию), социология.

Классификация наук Конта имела утилитарную цель – представить порядок лёгкого и эффективного изучения разных наук. Поэтому вначале у него располагаются науки о более простых и общих явлениях, а затем науки о более сложных и частных явлениях. Простота и сложность этих наук определена простотой и сложностью изучаемых ими явлений. Математика, занимающаяся определением неизвестных величин через соотношение их с известными, разделяется на абстрактную – учение о числах вообще, и конкретную – занимающуюся уравнениями в области пространственных форм и явлений природы – геометрию, механику. Астрономия включает приложения математических законов к телам Солнечной системы, небесную геометрию и механику. Физика занимается такими явлениями «телесной природы», при которых частичный состав тел остаётся неизменным: вес, теплота, звук, свет и электричество. Она сложнее астрономии как по орудиям непосредственного чувственного познания (кроме зрения, употребляемого астрономией, использует слух и осязание), так и научным методам – помимо наблюдения и вычисления, использует эксперимент. Химия изучает изменения в составе веществ. Биология имеет предметом живые тела. Она разделяется на статическую (анатомию) и динамическую (физиологию). Завершающая «лестницу наук» социология изучает строение (социальная статика) и развитие человеческой общности (социальная динамика).

Стимулирующее значение для формирования проблематики отечественной философии науки имела деятельность русских позитивистов. Но переоценивать их влияние на рефлексию учёных не стоит. Интерес естествоиспытателей к проблемам философии науки возник из опыта своей научной работы и знакомства с сочинениями на эту тему европейских коллег.

Хороший пример философа-учёного, казалось бы, значимого для отечественной философии науки своими трудами по философии позитивизма и истории науки, – Григорий Николаевич Вырубов (1843–1913). Будучи вовлечён в круг французских позитивистов, популяризируя идеи позитивной философии в Европе и России, он способствовал возникновению интереса к философии Конта, но не высказал оригинальных идей. Единственной полностью завершённой научной системой философии он считал систему Конта, которую следует лишь прикладывать к частным сферам. Позитивная концепция мира существует для того, чтобы координировать наличное знание и способствовать получению нового знания; теория познания представляет собой учение о субъекте и процедурах интеллекта, отыскивающего законы мира; это не философия, а особая логика, являющаяся частью психологии, которая в свою очередь – часть биологии. Позитивная наука – единственный путь к познанию человека. Антропология изучает человека как животного, а история и социология исследуют его социальные связи и функции.

В своих исследованиях в области химии Вырубов придерживался позитивистских исследовательских установок. Он полагал, что наука движется от одного неизвестного факта к другому последовательно, используя экспериментальные доказательства, на базе которых формируется теория. Чисто умозрительные построения, не основанные на непосредственно зафиксированных фактах, не имеют права на существование. Важно найти надёжные критерии чёткого упорядочивания результатов исследований. Руководствуясь требованием абсолютной достоверности и доказуемости новых теорий, он выступил против ряда современных новаторских направлений: *«Основные обвинения в адрес новых теорий (например, ионной, периодичности свойств элементов и др.) состояли в том, что Вырубов не видел для них достаточных экспериментальных обоснований. Научные догадки, интуиция имели для него цену лишь тогда, когда были подтверждены неопровержимыми до-*

казательствами. Именно на этой основе строились все его обобщающие труды»⁴⁰.

Вырубов органично включился в научную среду Парижа: участвовал в работе научных конгрессов по геологии, химии, минералогии; входил в состав ряда естественнонаучных обществ; преподавал в Коллеж де Франс. Иницилируя позитивистский проект в России, он способствовал сближению умственной культуры России и Европы.

Отечественные химики высказались о достоверности научных фактов и строящихся на их основании научных теориях раньше других учёных. Успехи в области химии, появление принципиально новых идей в химической термодинамике, электрохимии, учение о химическом равновесии и растворах способствовали этому. Химики изучали не индивидуализированные химические микрочастицы, а их совокупные действия. Обсуждались вопросы о единстве природы и эволюции вещества. В это время происходила переоценка прежних онтологических представлений. Менделеев описал происходящее как *«стремление найти вновь как-то затерявшееся “начало всех начал”... будь оно энергия вообще, или в частности электричество, или что-либо иное...»*⁴¹. Оствальд полагал единым началом всего существующего энергию. Естествоиспытатели обсуждали связь материи и движения. Особенностью физико-химических исследований было повышенное внимание к энергетической стороне превращений вещества, при слабом представлении о его структуре и внутреннем механизме происходящих процессов. Химики поляризовались на сторонников либо материального, либо энергетического направления. Одно изучало вещество, превращения частиц и было связано с атомизмом, другое занималось исследованием сил, энергетической стороной химических макропроцессов, не углубляясь во внутренний механизм происходящих пре-

⁴⁰ Зайцев Е.А. Григорий Николаевич Вырубов. – М.: Наука, 2006. – С. 244.

⁴¹ Менделеев Д.И. Собрание сочинений: в 25 т. Т. XXIV: Статьи и материалы по общим вопросам. – Л.-М.: Изд-во АН СССР, 1954. – С. 455.

вращений. При коренной перемене представлений о строении вещества этот разрыв двух направлений исследований немало способствовал возникновению попыток критики атомного учения, отрицания материи и возведения энергии в ранг всеобщей основы всего сущего.

Александр Михайлович Бутлеров (1828–1886), создав теорию химического строения, столкнулся с критикой коллег, отвергавших его способ обоснования теории. Полемицируя с ними, он сформулировал, какой должна быть химическая теория и как она должна быть обоснована. Начальные положения теории химического строения он высказал в докладе «О химическом строении вещества» на съезде немецких естествоиспытателей и врачей в Шпейере в сентябре 1861 года. Бутлеров полагал, что структурные формулы не могут быть условным изображением молекул, отражая их реальное строение.

Когда Бутлеров отстаивал свою теорию химического строения, он осознал механизмы развития научного знания. К началу 1860-х годов в органической химии было накоплено много фактов, не укладывающихся в рамки старых научных теорий, и учёные не могли преодолеть их давления. В результате сложилось мнение о невозможности познания строения химических частиц. Для его преодоления Бутлеров создал теорию химического строения, выведя органическую химию из хаоса разногласий. Но он опирается на предположение, что химические свойства органических соединений определяются их составом и химическим строением. Эта гипотеза противоречила распространённому мнению, что свойства молекул зависят от их состава и механического или пространственного строения.

Развитие науки идёт через борьбу старых обобщений с новыми фактами. Для науки перспективны те наблюдения, которые не объясняются существующими теориями. От их изучения зависит ближайшее будущее дисциплины.

Бутлеров писал о механизме развития и смены химических теорий: *«Во многих случаях один факт объясняет существо-*

вание другого, от которого он зависит... тогда неотразимо является вопрос о причине, порождающей этот другой факт, который составляет причину первого. Идя всё далее, очевидно приходится наконец, за недостатком объясняющего факта, остановиться на предположении... мы – зная, что причина хотя и не наблюдаема нами прямо, существует – делаем догадку, предположение о её натуре – ставим гипотезу. Гипотеза является обыкновенно для объяснения не одного отдельного факта, а целого ряда фактов, находящихся во взаимной зависимости и связи. Чем проще и легче объясняет гипотеза фактические знания наши, чем естественнее выводится из неё необходимость существования фактов как непреходящих её следствий, чем шире круг явлений, объяснимых гипотезой, тем ближе она к истине. При значительной ширине этого круга гипотеза – со всеми её следствиями, с вытекающими из неё объяснениями и указаниями на зависимость фактов между собой и на причины зависимости – становится “теорией”»⁴². Проверка гипотезы и основанной на ней теории предполагает наличие у них эвристического потенциала: «Гипотеза, допущенная для объяснения известного рода фактов, обыкновенно указывает и на вероятность или даже необходимость существования таких других фактов, которые до этого не были наблюдаемы: из теории вытекают известные предсказания»⁴³. Чем прочнее установленная теория, тем с большей осторожностью и скептицизмом надо относиться к новому наблюдению, не согласующемуся с теорией. Но наступает момент в развитии теории, когда она оказывается бессильной объяснить новые наблюдения и новые факты. Для согласования старой теории с новыми фактами сначала предлагаются частные гипотезы, в определённой степени дополняющие или видоизменяющие её. Это ведёт к ослаблению теории, которая сменяется новой. Причём старая теория может оставаться в некотором смысле пригодной, и входит в более или менее неизменном виде в состав новой теории. Зависимость между фактами, указанная прежней

⁴² Бутлеров А.Н. Основные понятия химии. – СПб.: Изд. Кн. Маг. Н.Г. Мартынов, 1886. – С. 20–21.

⁴³ Там же. – С. 22.

теорией, подтверждается и лучше объясняется новой теорией.

Дмитрий Иванович Менделеев (1834–1907), открыв периодический закон, показал связь всех химических элементов между собой. Отстаивая свою теорию, он был вынужден осмыслить специфику доказательства научной теории. Суть научного исследования Менделеев видел в познании закона (меры действий природы), независимого от представлений людей. Законы природы имеют всеобщий характер, а *«истинные законы природы предупреждают факты»*⁴⁴. Материал для обобщений дают наблюдение и опыт. Порядок научного познания, по Менделееву, выглядит следующим образом: *«Наблюдая, изображая и описывая видимое и подлежащее прямому наблюдению – при помощи органов чувств, мы можем при изучении надеяться, что сперва явятся гипотезы, а потом теории того, что ныне приходится положить в основу изучаемого»*⁴⁵. Наука, исходя из действительности, постепенно доходит до некоторых положений или утверждений, оправдывающихся наблюдениями и опытами.

Естествознание должно выполнять не только дескриптивную функцию, но и устанавливать связь между новыми открытиями и имеющейся системой знания: *«Изучать в научном смысле значит: не только добросовестно изображать или просто описывать, но и узнавать отношение изучаемого к тому, что известно или из опыта и сознания обычной жизненной обстановки, или из предшествующего изучения, то есть определять и выражать качество неизвестного при помощи известного»*⁴⁶. В изучении природы большое значение имеют индукция и дедукция, применение которых осуществляется в следующем порядке: *«от многого наблюдаемого к немногому проверенному и не-*

⁴⁴ Менделеев Д.И. Периодический закон. Основные статьи. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 325.

⁴⁵ Там же. – С. 589.

⁴⁶ Там же.

сомненному, подвергаемому затем дедуктивной обработке»⁴⁷. Получение знания должно происходить в ориентации не на «красоту идеи самой по себе, а согласие её с действительностью. Этим путём, развившимся из начал опытного знания, достигнуты все успехи вселенского знания природы». Менделеев считал, что накопление знания идёт через складывание истин относительных и частичных: «Наука отказалась прямо познать истину саму по себе, а через правду старается и успевает медленным и трудным путём изучения доходить до истинных выводов, границы которых не видно ни в природе внешней, ни во внутреннем сознании»⁴⁸.

Принятие нового знания вызывает естественные трудности: необходимость отказываться от имеющихся «истин» вызывает отторжение у членов научного сообщества, к тому же новое знание не имеет законченного вида, носит частично истинный характер и даёт повод для критики: «Научные открытия редко делаются сразу, обыкновенно первые провозвестники не успевают убедить в истине найденного, время вызывает действительного творца, обладающего всеми средствами для проведения истины во всеобщее сознание»⁴⁹.

Менделеев считал химию наукой «наблюдательной», но её цель, – как и у физики, – проникнуть в сущность устройства мира, но через раскрытие сущности химических явлений. Эмпиризм не должен возобладать над теорией: «Лучше держаться такой гипотезы, которая может оказаться со временем неверною, чем никакой. Гипотезы облегчают и делают правильною научную работу – отыскание истины»⁵⁰.

Менделеев полагал целесообразным для естествоиспытателя знать философию, обеспечивающую надёжным методом познания. Полноценное мирозерцание учёного не мо-

⁴⁷ Менделеев Д.И. Периодический закон. Основные статьи. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 590.

⁴⁸ Там же.

⁴⁹ Там же. – С. 593.

⁵⁰ Менделеев Д.И. Основы химии. – 8-е изд. – СПб.: Тип. М.П. Фроловой, 1906. – С. 81.

жет сформироваться в рамках одной дисциплины: *«Мирозерцание составляет не из одного знания главных данных науки, не только из совокупности общепринятых, точных выводов, но и из ряда гипотез, объясняющих, выражающих и вызывающих ещё не точно известные отношения и явления. Ведь для того, чтобы сложилось стремление к опыту, иногда совершенно напрасному, а иногда весьма полезному, необходимо требование мысли, направление её в область действительности; случайности мало дали и дадут точному знанию, которое, прежде всего, составляет систему»*⁵¹. Естествоиспытатели должны сами делать общенаучные обобщения, а серьёзный натуралист, с точки зрения Менделеева, должен выступать в роли философа и бороться за утверждение правильного мировоззрения. Изучая доступное, временное и ограниченное, естественная философия с успехом дерзает на прямую деятельную общую пользу – вместо одного созерцания внушает «веру в правду» и приводит к признанию вечного и бесконечного, составляющего истинный предмет познания.

Что есть научное мировоззрение? Каким должен быть взгляд учёного на исследуемую область? Какими принципами он должен руководствоваться в исследованиях? Об этом думали многие естествоиспытатели в XIX веке и позднее. Почему эта тема их привлекала? Причины здесь разные. В XIX веке происходило оформление учёных как социально-профессиональной группы. Некоторые учёные из-за мировоззренческой нагруженности своих исследований оказывались под пристальным вниманием власти и общества. Они были вынуждены защищать своё право на самостоятельную научную деятельность. Неслучайно прежде всего биологи и химики активно рассуждали о научном мировоззрении, и мало участвовали в этом математики.

⁵¹ Менделеев Д.И. Собрание сочинений: в 25 т. Т. 24. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – С. 37.

Дмитрий Иванович Менделеев несколько раз обращался к этой теме. Участвуя в дискуссии о спиритизме, он весьма чётко высказался на тему правил научного исследования. *«Оставаться верным научным преданиям, – не должно однако удовлетворяться ни эмпирическими выводами из добытых данных, ни теоретическим развитием: они одни недостаточны для достижения истины, – необходимо иметь новый запас данных, усовершенствовать способы наблюдения, на новом опыте, на иных наблюдениях проверяя найденное и тем доказывать или опровергать. Критика и анализ сильны были и прежние времена; опытной проверкой – современная наука пролагает свои пути, отличные от схоластики, убивает рутину. Для этого, однако, должно разнообразить условия опытов и наблюдений – иначе можно не видеть ошибок»*⁵². Менделеев предложил Физическому обществу рассмотреть популярные среди высшего света и интеллигенции спиритические явления. Преданным сторонником спиритизма был его коллега Бутлеров, чей авторитет учёного-химика делал спиритизм в глазах обывателя чем-то вполне уважаемым. Менделеев опасался распространения мистических настроений и потому призвал коллег научно проанализировать медиумические явления, отделив вымысел, галлюцинации, обман и, возможно, пока ещё необъяснимые явления, совершающиеся по неизвестным законам природы.

Менделеев изучал химические свойства эфира, что в его время считалось актуальной темой, привлекавшей многих учёных. Он писал о базовых научных установках, определявших поиск эфира как особой материальной сущности: *«Научное понимание окружающего, а потому и возможность обладания им для пользы людской, а не для одного простого ощущения (созерцания) и более или менее романтического (т.е. латинско-средневекового) описания, начинается только с признания исходной вечности изучаемого, как видно лучше всего над химией, которая, как чистая, точная и прикладная наука – ведёт своё начало от Ла-*

⁵² Материалы для суждений о спиритизме. Издание Д. Менделеева. – СПб.: Тип. Товарищества «Общественная польза», 1876. – С. VI.

вуазье, признавшего «вечность вещества», рядом с его постоянной, эволюционную изменчивостью. Такое, ещё смутное, но всё же подлежащее уже анализу понимание исходной троицы познания (вещество, сила и дух) составляет основу современного реализма»⁵³. Описывая проблемы физики при попытке обнаружить эфир, Менделеев отмечает, что без подтверждения опытами гипотеза эфира обречена.

За пользу науки выступал Илья Ильич Мечников. В книге «Сорок лет искания рационального мировоззрения» (М., 1913) он возражал Льву Николаевичу Толстому, который обличал пороки современного ему общества. Между прочим, Толстой считал учёных нахлебниками, занятыми праздными вопросами. Мечников оспаривал писателя, сообщая, что научные занятия трудно совмещаемы с физическим трудом, поскольку требуют больших затрат нервной и умственной энергии. Научные занятия не просто удовлетворяют любопытство учёных, но дают новое знание и выявляют основополагающие законы устройства мира. Книгу Мечникова одобрил Климент Аркадьевич Тимирязев, назвавший автора борцом за научное мировоззрение. Его, как и Мечникова, беспокоило увлечение спиритизмом среди интеллигенции. Он также не одобрял «модной философии» Бергсона, которую полагал «метафизикой чистой воды». Тимирязев пишет: «профессиональная религия уже не удовлетворяет многих; наука же ещё не дошла до этого удовлетворения». Только наука может утешить человека в его главных страданиях – болезнях и старческой слабости. Наука помогает и далее будет помогать побеждать физическую и душевную немощь людей.

Владимир Иванович Вернадский (1863–1945) в статье «О научном мировоззрении» (1902) описал развитие естествознания, исходя из научных принципов. По его мнению, наука неотделима от философии и бесплодна без неё⁵⁴. На со-

⁵³ Менделеев Д.И. Химическое понимание мирового эфира. – СПб.: Типолитография М.П. Фроловой, 1905. – С. 6.

⁵⁴ Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. – М., 1991. – С. 181.

временную науку повлияли разные философские течения. Вернадский позитивно оценивал концепции А. Бергсона, Я. Смэтса (холизм), А.Н. Уайтхеда, С. Александера. Напротив, философию Гегеля он находил не отвечающей научному методу. Свои взгляды Вернадский именовал критическим реализмом или философским скептицизмом, который *«принимает реалистическое миропредставление, как оно научно выявляется, как единственную возможность, и не признаёт ни религиозных, ни философских представлений, как ему равноценных»*⁵⁵. Научные понятия представляют собой максимально точные в данный момент образы реальности, уточняющиеся в ходе научного прогресса. Наука в социальной жизни *«резко отличается от философии и религии тем, что она по существу едина и одинакова для всех времен, социальных сред и государственных образований»*. Научная мысль – новая, ранее отсутствовавшая геологическая сила. *«Именем научного мировоззрения мы называем представление о явлениях, доступных научному изучению, которое даётся наукой; под этим именем мы подразумеваем определённое отношение к окружающему нас миру явлений, при котором каждое явление входит в рамки научного изучения и находит объяснение, не противоречащее основным принципам научного изыскания. Отдельные частные явления соединяются вместе, как части одного целого, и в конце концов получается одна картина Вселенной, космоса»*⁵⁶. В научное мировоззрение входят научные открытия и методы научной работы. Смена научного мировоззрения происходит с изменением доминирующего метода научной работы. Научная картина мира – это основа научного мировоззрения. В истории научной мысли было две картины мира – физическая и натуралистическая, которые развивались достаточно независимо, но после создания теории относительности возникли условия для великого синтеза знаний о природе. Научный метод выражает сущность науки и её отличие от религии и философии. Он выражается в опреде-

⁵⁵ Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. – М., 1991. – С. 249.

⁵⁶ Вернадский В.И. О научном мировоззрении // Вернадский В.И. Избранные труды по истории науки. – М.: Наука, 1981. – С. 43.

лённом отношении к изучаемому вопросу. Научное отношение к предмету заключается в проверке всякого научного положения опытным и наблюдаемым путём, в определении и устранении ошибок и необходимом переформулировании научных утверждений. Изменение научной методологии происходит под воздействием таких факторов, как расширение содержания дисциплины и появление новых средств научной техники.

О ЛОГИКЕ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ И АРГУМЕНТАЦИИ

Отечественные естествоиспытатели и математики в 1920-е годы оживленно обсуждали проблемы логики научного знания, доказательности и аргументации. Ощущение грандиозных изменений в науке подводило серьёзных учёных к рефлексии об источниках, средствах и границах познания. Они развивали идеи европейских лидеров науки, вырабатывая свои оригинальные положения. История и логика развития дисциплин, методология науки, нормы доказательности были предметом их размышлений.

В 1922 году вышла книга профессора Льва Семёновича Берга (1876–1950) «Наука: её содержание, смысл и классификация». Написанная крупным естествоиспытателем, создателем оригинального учения эволюции, она интересна целостным образом науки, который Берг создал, опираясь на идеи эмпириокритицистов и конвенционалистов. В книге дана оригинальная науковедческая теория, в основе которой лежит идея о науке, как классифицирующей деятельности. Цель сочинения была обозначена во введении: *«показать, во-первых, что нет наук высших и наук низших, как думают некоторые, а что все науки занимают приведением в порядок вещей, а потому все одинаково заслуживают уважения; во-вторых, что науке нельзя предъявлять практических требований, что «польза» от неё лежит совсем в другом; и, наконец, в-третьих, что*

наука не претендует на обладание абсолютной истиной и потому ей свойственна терпимость и гуманность. Наука внутренне свободна, относится с уважением к чужой свободе и требует такого же отношения к себе». Книга посвящена памяти великого французского математика Анри Пуанкаре и предуведомляется эпиграфом знаменитого французского биолога Луи Пастера: *«На той ступени развития, которой мы достигли и которая обозначается именем «новейшей цивилизации», развитие наук, быть может, ещё более необходимо для нравственного благосостояния народа, чем для его материального процветания».*

Берг определяет функции науки, опровергая общее мнение, что наука будто бы даёт ответы на мировые загадки и служит религиозным, моральным, политическим и практическим целям. Наука обладает таким уникальным свойством: не задаваясь целями морали, она ведёт к морали, достигая этого своим методом, а не содержанием, из которого можно сделать какие угодно – как нравственные, так и безнравственные – практические выводы. Метод науки – доказательство. Особенность науки в том, что она не учит тому, что должно быть в свете той или иной системы морали, она представляет, как есть, как было и будет.

Берг пишет: *«Наука – это знание о всякого рода явлениях, приведённое в порядок или систему».* И это предполагает определённую систему принципов, на основании которых ведётся систематизация. Степень совершенства науки зависит от принципов её системы. Чем больше явлений ею упорядочивается, тем предлагаемая система совершеннее. Под знанием Берг понимал способность подмечать существенные признаки и последовательность явлений. Знание предполагает наличие проверенных суждений. Порядок или система – это сочетание явлений материального или духовного мира, где отдельные элементы расположены согласно известному принципу. Причина – это система отношений, связывающих одно явление с другим. Закон – выявленная последовательность явлений, система отношений. Для получения научного знания следует классифицировать понятия. Чтобы система-

тизировать вещи, нужно выяснить их отношения друг к другу. Из-за сложности и многообразия мира ум, чтобы охватить его в целостности, вынужден связывать факты друг с другом и искать их взаимные отношения. Ум выбирает наиболее простую комбинацию явлений из возможных, так как без упрощения их вообще нельзя понять. Берг ссылается на слова Пуанкаре, что математику наиболее правильными и изящными кажутся наиболее простые формулы. Они охватывают явления наиболее ясным для человеческого ума способом. Они наиболее упорядоченные и упорядочивающие.

Итак, задача науки исчерпывается описанием, классификацией и упорядочением понятий. Объяснить научно – значит описать и классифицировать. Установить закон – привести основания для упорядочения. Берг согласен с Махом, полагавшим, что *«наука может рассматриваться как задача на минимум, состоящая в том, чтобы возможно полнее изобразить факты с наименьшей затратой работы мышления»*. Научное объяснение, с учётом мнений позитивистов и конвенционалистов, по Бергу, таково: *«Объяснение – это... есть указание причины данного явления, то есть подведение частного, индивидуального события под нечто общее, под некое единообразие, называемое законом. Но самый закон есть не что иное, как краткая формула, служащая для более удобного запоминания последовательности явлений»*⁵⁷. Применение формул в ряде дисциплин – это эффективный способ экономного указания на некоторые явления, но не объяснение этих явлений. В формулах конденсируется опыт, выраженный в систематизированных понятиях. Объяснение в естественных науках – это описание фактов и выяснение их отношений с другими фактами, приведение их в систему.

Берг полагал, что законы неорганической природы характеризуются такими признаками: они не абсолютны и условны; указывают и классифицируют факты; имеют эвристический потенциал. Его взгляды противоречат устоявшим-

⁵⁷ Берг Л.С. Наука: её содержание, смысл и классификация. – Пб.: Время, 1922. – С. 18.

ся воззрениям, что законы природы абсолютны и универсальны, дают объяснение, сводя явления к причинам и законам, и могут предсказывать явления.

Берг не обходит проблему истины в науке. Он указывает, что в религии и метафизике существование абсолютной истины принимается догматически, как и то, что человек может её постичь. Наука же *«принуждена ответить неведением, прибавляя, что если абсолютная истина и существует, то достичь её и понять – выше способностей человеческого ума»*⁵⁸. Изменчивость исследуемого наукой объекта и ограниченные возможности человеческого восприятия ограничивают получаемое знание и его истинность. Вслед за Пуанкаре он ставит вопрос: можно ли считать законы природы изменчивыми? Его ответ: это возможно в принципе, но человеческий ум не в силах зафиксировать эти изменения.

В науке истина относительна. Всё то, что может способствовать развитию науки, – истинно, а всё, что препятствует её развитию, – ложно. То есть, истинное подобно целесообразному, по правилу жизни организмов – целесообразно всё то, что может содействовать сохранению и развитию жизни. *«Истина в науке – это всё то, что целесообразно, что оправдывается и подтверждается опытом, – в качестве способного служить дальнейшему прогрессу науки»*⁵⁹. В науке вопрос об истине решается практикой. Так, теория Птолемея в своё время послужила прогрессу знания и в этом смысле была истинной. Но затем Коперник предложил свою гелиоцентрическую гипотезу, которая в сравнении с гипотезой Птолемея была истиной, хотя сегодня она уже таковой не считается. Любая научная теория есть условность, уточняемая и меняемая по мере развития науки. Предсказательный эффект, даваемый теорией, не может рассматриваться как решающий признак её истинности.

⁵⁸ Берг Л.С. Наука: её содержание, смысл и классификация. – Пб.: Время, 1922. – С. 33.

⁵⁹ Там же. – С. 37.

Аналогичные выводы можно сделать и в отношении научных законов. Каждый научный закон есть условность, которая используется, пока приносит пользу. Так было и с законами Ньютона, которые казались незыблемыми, но после теории относительности Эйнштейна стали рассматриваться как *«известное приближение к истине»*.

Важным критерием научности Берг считает целесообразность. Истоки этого критерия – в организации мозга, который сам устроен целесообразно и стремится усваивать информацию, делая её полезной, тем самым способствуя выживанию и продлению жизни индивида. Польза – это признак пригодности и, следовательно, истинности. В науке истинно целесообразное, способствующее дальнейшему развитию науки. *«Истина есть полезная фикция, заблуждение – вредная... Между истинным и ложным нет таких резких границ, как обычно понимают. Заблуждение и истина есть лишь средства, чтобы разобраться во внешнем мире»*⁶⁰. Заблуждение может побуждать к деятельному поиску истины. Истинным знание становится тогда, когда достигается соглашение компетентного большинства учёных, убедившихся в полезности и эвристичности этого знания.

Наука в поиске истины использует методы, обеспечивающие доказательность получаемого знания. Критерий истины в науке – испытание опытом и полезность. При этом учёные не лишены недостатка считать правильными и научными только свои взгляды, а мнения и гипотезы, не согласные со своими взглядами, оцениваются ими как абсурдные и нелепые. Берг вспоминает слова Лейбница: *«Я нашёл, что большая часть учений почти всегда справедливы в том, что они утверждают, и ошибаются в том, что отрицают»*. Причина такого положения дел – ограниченность познавательных способностей человека и условность теорий, о чём следует помнить учёным. *«Поэтому основным правилом учёного должна быть*

⁶⁰ Берг Л.С. Наука: её содержание, смысл и классификация. – Пб.: Время, 1922. – С. 41–42.

терпимость и уважение к чужим мнениям, поскольку последние есть результат честного и серьёзного отношения к делу. Единственные взгляды и мнения, которые совершенно нетерпимы и не могут быть допустимы для работника в научной области, это те, которые сами берут на себя монополию абсолютной истины, которая пропитана догматизмом, которые нетерпимы к представителям других взглядов»⁶¹.

Берг рассуждает о полезности науки. Общее мнение, что наука помогает прогрессу материальной культуры, не кажется ему достаточным. Оно слишком утилитарно и примитивно представляет пользу науки. *«Наука полезна прежде всего не содержанием тех фактов, которые она трактует, а своим методом, т.е., тем способом, каким она классифицирует факты. Наука учит главным образом не фактам, а тому, как обращаться с фактами, чтобы охватить их; она учит логике, системе, порядку, методу, т.е. пути к истине»⁶².* В этом лежит практическое значение науки – выработать привычку к систематической деятельности ума. Наука обеспечивает своего рода «гигиену ума» и тем самым приспособливает к жизненной борьбе. Высшая цель науки – усовершенствовать разум, а для этого необходимо дать науке право развиваться в соответствии со своей природой.

Более того, кроме материальных выгод для человека полезны, целесообразны, необходимы моральные ценности. Наука ведёт к морали, требуя доказательности и уча беспристрастия и справедливости. Показывая на опыте ограниченность человеческого познания, наука освобождает человека от догматизма и приучает к терпимости. Науке чуждо поклонение кумирам и авторитаризм. Учёные знают, что каждое из положений великих предшественников может быть оспорено и переосмыслено при достаточных основаниях. *«Девиз науки – терпимость и гуманность, ибо наука чужда фанатизма, преклонения пред авторитетами, а стало быть деспотизма... Единствен-*

⁶¹ Берг Л.С. Наука: её содержание, смысл и классификация. – Пб.: Время, 1922. – С. 49.

⁶² Там же. – С. 53.

ный абсолютный закон, какому повинуется мораль науки, это предписание никогда не поступать так, как будто владеешь абсолютной истиной. В этом правиле поведения заключается величайшее моральное значение науки. Главная обязанность учёного, говорит Бергло, не в том, чтобы пытаться доказать непогрешимость своих мнений, а в том, чтобы всегда быть готовым отказаться от всякого воззрения, представляющегося недоказанным от всякого опыта, оказывающегося ошибочным»⁶³.

В науке сочетаются демократизм и аристократичность. Истинному учёному чужда надменность, и он по природе своей демократичен. При этом наука воспитывает лучших аристократов духа. Учёные ценят знание, подкреплённое доказательством, которое пока не опровергнуто, является единственно доступной истиной. Наконец, наука даёт высокие примеры самоотверженности и преданности делу. Учёные, жертвуя материальными благами и комфортом, занимаются малопонятными с точки зрения сиюминутной выгоды делами, демонстрируя правду слов: «Не хлебом единым жив человек».

Так что наука ведёт к морали своим методом, принуждая к согласию путём доказательств, и допуская везде свободную критику. Главный урок науки – *«ни у кого нет монополии на истину»*. Для Берга важно моральное значение науки – она учит терпимости и гуманности, распространяясь, она вытесняет догматизм, деспотизм и авторитаризм. *«Учёный обязан считаться со взглядами, противоречащими своим научным воззрениям; он должен взвешивать все мнения и выбирать только те, за которыми стоят самые веские доводы. Это и есть путь справедливости»⁶⁴.*

И, наконец, наука имеет эстетическое значение. Поиск истины и её постижение доставляют учёному удовольствие от созерцания красоты и гармоничности устройства природы

⁶³ Берг Л.С. Наука: её содержание, смысл и классификация. – Пб.: Время, 1922. – С. 57.

⁶⁴ Там же. – С. 60.

и предлагаемых способов представления его. Занятие наукой есть лучшее лекарство от пессимизма.

Владимир Андреевич Стеклов (1864–1926) написал книгу «Математика и её значение для человечества» (Берлин, 1923). В своё время он был одним из крупнейших математиков и организаторов науки. Его специальные интересы лежали в области приложения математики к естествознанию: большая часть его работ относится к краевым задачам математической физики и разложению функций в ряды по ортогональным системам функций.

Философские убеждения Стеклова можно определить как эмпиризм в сочетании с умеренным конвенционализмом. В вопросе происхождения научного знания и его достоверности Стеклов следовал эмпиризму. Изучив развитие эмпиризма и рационализма на примере математического знания, он заключил, что конкретную дисциплину о рассматриваемых явлениях составляет совокупность выводов из опыта и наблюдений, объединённых общими признаками. Так, геометрия – наука о свойствах фигур и вообще тел, когда учитываются лишь свойства протяженности, а механика – наука о движении материальных тел в зависимости от сил, производящих движение. Физика, кроме геометрических свойств тел и их движения, учитывает другие явления: тепловые, звуковые, электрические, магнитные, световые. При переходе от одной науки к другой растёт сложность исследуемых явлений. Самой простой науке, геометрии, предшествует арифметика, имеющая дело только с понятием количества. В ней менее всего видно опытное происхождение понятий. «Вековая привычка» сделала их самоочевидными для ума, но к открытию чисел привели наблюдение и опыт над реальными вещами. В разуме нет априорных идей, все основные аксиомы извлекаются умом из наблюдения. Интуитивное извлечение понятий из накопленного в уме опыта есть прирожденная физиологическая способность мозга.

Стеклов предлагал отбросить понятие «абсолютной достоверности» как пережиток схоластической метафизики, по-

сколькx абсолютная достоверность и точность науке не свойственны. Этот термин в *«его старо-философском значении, представляется пустым звуком»* без содержания, подобно терминам: абсолютное пространство, абсолютный покой и т.п. Аксиомы геометрии, законы механики, положения арифметики имеют характер приближённых истин, и нет никаких средств – ни опыта, ни чистого умозаключения, чтобы установить их абсолютность.

Достоверность главных законов «точных наук» такая же, как и у законов опытных наук, проверенных многократным наблюдением. В следствиях, составляющих содержание этих наук, их можно считать точными, поскольку они построены на основании логических умозаключений. Степень приближения к действительности, принимаемая ранее, может быть отклонена по мере роста возможностей наблюдения. Что приводит к появлению новых законов или к усовершенствованию прежних. В строгом смысле, по Стеклову, есть лишь одна точная наука – это чистая математика и основанная на ней геометрия.

На мировоззрение Стеклова в большой степени повлиял конвенционализм Пуанкаре – глубоко мыслящего математика, высказавшего своё понимание специфики научного знания вообще и математического, в частности. Рассмотрев опыт применения аксиоматического метода в ряде математических дисциплин, Пуанкаре заключил, что аксиомы являются продуктами соглашения, не имеющими опытного происхождения. Выбор аксиоматической системы обусловлен соображениями удобства и продуктивности математического доказательства. Но эти соглашения не произвольны – если учёный добился успеха в научном описании явления, это свидетельствует о верности избранного им пути. Научные конвенции должны быть непротиворечивыми, и в некоторых фундаментальных математических теориях они ориентированы на самоочевидность. Именно это положение уточняет Стеклов, не соглашаясь с тем, что аксиомы – это простые соглашения. Для него аксиомы – также и опытные идеи разума. Ос-

новы и законы всех наук о природе извлекаются умом из опыта и наблюдений, а способность извлекать закономерности из накопленного опыта с помощью интуиции – физиологическое свойство мозга. Наличие этой способности устанавливается непосредственным наблюдением. При установлении основных начал какой-либо науки, подтверждающихся опытом и наблюдением, появляется возможность из небольшого числа основных законов вывести в качестве необходимых следствий не только все «наблюдённые явления природы», но и предсказывать теоретические факты. Всякая научная теория, полагал Стеклов, будет признаваема, пока её объяснения известных фактов удовлетворяют научное сообщество и она предсказывает новые явления с надлежащей степенью точности. Но это состояние не вечно. Новые наблюдения обнаружат факты, противоречащие принятой модели. И это приведёт к открытию нового класса явлений, управляемых особыми законами.

Математические науки выработали наилучший для своего предмета исследований метод получения и проверки знаний, и в этом отношении являются образцовыми. Это делает математику полезной наукой, имеющей прикладное применение. Так, в результате обобщения создаётся небольшое число основных положений (гипотез), которые независимы между собою и не противоречат ни одному из известных в данное время фактов действительности. Эти гипотезы полагаются в основу теории физического явления, и вся теория развивается дедуктивно при помощи аксиом математики и основных законов общей механики по методам дифференциального и интегрального исчисления. Получаемое решение удовлетворяет всем данным, которые получаются в результате непосредственного наблюдения над изучаемым процессом.

Математик Степан Александрович Богомолов (1876–1965) занимался геометрией и геометрической кристаллографией. Но ещё студентом он заинтересовался философией математики, участвовал в работе философского и математи-

ческого обществ, темами работы которых были основания математики и в частности – геометрии. В 1907–1928 годах Богомоллов написал несколько работ по философским проблемам математики. В книге «Вопросы обоснования геометрии: интуиция, математическая логика, идея порядка в геометрии» он исследовал роль интуиции в геометрии на фоне набравшей силу гильбертовой программы обоснования геометрии как чисто логической системы. Богомоллов считал интуицию *«особым источником достоверного знания в геометрии, не сводящимся к простому констатированию свойств эмпирически воспроизводимых фигур и естественно противопоставляемом логической дедукции из аксиом»*⁶⁵. Он полагал, что интуитивная очевидность проистекает из начальных геометрических сведений, полученных в *«глубинах подсознательной деятельности»* и неразрывно связанных со свойствами движения твёрдых тел. Интуитивные знания имеют эмпирическое происхождение, что не умаляет их. Интуиция пространства позволяет выявить основные положения геометрии и даёт повод к формулированию аксиом на логическом рациональном уровне, происходящем за пределами интуиции. Богомоллов отметил, что размышления об источниках геометрического знания изменили представления о геометрии. В современном понимании, она – отрасль чистой математики, хотя ранее считалась наукой о реальном пространстве. Геометрия в своём развитии стала гипотетико-дедуктивной системой, и любая её теорема утверждает о связи двух предложений, в следовании одного из другого. Аксиомы выбираются свободно, но целесообразно с точки зрения практических приложений. Задача геометрии – доказать её положения на основе принятых аксиом. Место интуиции при доказательстве теорем, по Богомоллову, таково же как при обосновании всей геометрии. Для доказательства отдельной теоремы недостаточно последовательных дедукций. Внутренняя логика, общий план и способ комбинирования имеющихся средств – это область интуи-

⁶⁵ Богомоллов С.А. Вопросы обоснования геометрии. Ч. 1. – СПб., 1913. – С. 76.

ции. Строгость в геометрии достигается тем, что каждое понятие, не вошедшее в число основных, с их помощью определяется, а всякое предложение, не вошедшее в число аксиом, должно быть с их помощью строго доказано. Источник новых положений в геометрии – интуиция. Абстрактная геометрия может иметь разные толкования, так как основные понятия характеризуются только системой аксиом. Под основные понятия можно подводить любые объекты, если утверждения аксиом остаются в силе. Это допускает перенос выводов из одной системы в другую. Система аксиом должна удовлетворять условиям непротиворечивости, независимости и полноты.

В 1923 году Богомолов опубликовал «Основания геометрии». В ней продолжено изучение связи логики и интуиции в процессе геометрического познания. Богомолов проясняет понятие аксиомы, излагает суть аксиоматического метода, исследует отношения геометрических систем с реальным пространством.

Рост интереса к основаниям математики, по Богомолову, обусловлен логикой развития математического знания – открытием неевклидовой геометрии и развитием проективной геометрии. В математическом познании соединены обеспечивающая поиск интуиция и определяющая полноту доказательства логика. Он полагал, что вопрос об истинности аксиом решается не геометрией, а философией. Системы Евклида, Лобачевского и Римана – истинны, так как логически правильно построены на базе принятых аксиом. Прикладная геометрия изучает свойства реального пространства, подключая результаты опыта и наблюдений. Это создаёт определённые ограничения. Ведь итоги измерений связаны с теорией инструментов, зависимой от конкретной геометрии. Здесь видна идея теоретической нагруженности фактов и наблюдений, впоследствии знаменитая благодаря Карлу Попперу. Изучая природу, нельзя ограничиться выбором геометрической системы, также значим выбор астрономической и физической гипотез. Можно брать любую систему геомет-

рии, но *«все исследования истинных свойств реального пространства ставят вне всяких сомнений полную практическую пригодность евклидовой геометрии»*⁶⁶.

Концепция математического знания Богомолова тяготела к интуитивизму. Но теоретическую математику он определял в духе логицизма и формализма как систему символических логических следствий из свободно устанавливаемых предпосылок. Зная направления развития философии математики, Богомолов видел достоинства и слабости всех программ и пытался их учесть. Его позиция сочетала умеренные формы интуитивизма и логицизма.

Богомолов также интересовался механизмом развития научной теории. Он анализировал возможности постановки научных проблем и средства для их решения в математическом сообществе. Он доказывал логическую предопределённость порядка выдвигания и разрешения проблем неевклидовой геометрии. Так, геометрия Римана концептуально и логически следует за геометрией Лобачевского. Геометрия Лобачевского изменила только одну аксиому в евклидовой системе. Геометрия Римана связана с более глубокими изменениями. Геометрии Евклида и Лобачевского исчерпывают две возможности для параллельных линий, а геометрия Римана осуществляет и третью возможность, отрицающую существование параллельных.

Богомолов полагал, что аксиоматико-дедуктивный метод должен преобладать в науке, поскольку он придаёт рассуждениям четкость, лаконичность, порядок и, в итоге, доказательность и очевидность выводов. Развитие науки приближает к истине, которую Богомолов видел в сочетании корреспондентской и когерентной концепции.

Химик и философ науки Иван Ефимович Орлов (1886–1936) в 1925 году опубликовал книгу «Логика естествознания», где рассмотрел проблемы доказательства, критериев достоверности и истинности знания в математике и естест-

⁶⁶ Богомолов С.А. Основания геометрии. – Пг., 1923. – С. 316.

венных науках. Он полагал, что одна из задач логики состоит в том, чтобы дать приемлемую теорию доказательства. Орлов разрабатывал логику естественных наук, которую отождествлял с индуктивизмом. Математическую логику он считал приспособленной к математике модификацией логики Аристотеля. Размышляя о роли дедуктивного и индуктивного умозаключения в естествознании, Орлов решил, что дедукция не может доказывать следствия, во-первых, потому что достоверность следствий не зависит от достоверности посылок, и во-вторых, потому что подобные доказательства лишь постулируют доказываемое.

В доказательстве общих законов необходимо исходить из достоверных фактов. Орлов полагал, что эти факты следует рассматривать не как посылки, а как заключение каких-то ещё неизвестных силлогизмов и гипотетически подбирать к ним, как к заключениям, возможные посылки. К данному факту следует подобрать несколько гипотез так, чтобы были исчерпаны все возможные способы объяснения факта. Чтобы возможных оснований было не слишком много, гипотезы должны быть построены в общей, несколько неопределённой форме, а отдельные частные допущения следует соединять в одно родовое.

Все сведения о внешнем мире получены нами путём индукции, то есть путём заключения от следствий к основаниям. В естествознании умозаключения от следствия к причине играют доминирующую роль. Правильный метод должен базироваться на разыскивании действующих причин, что и производится в естествознании.

Являются ли научные теории безусловно доказанными после того, как для них найдены все требуемые методом прямые и косвенные подтверждения, или же они ни в каком случае не могут претендовать на безусловную достоверность? Орлов полагал, что никакая научная теория не может быть доказана с полной достоверностью прямым путём. Для подобного доказательства необходимо подтверждение фактами всех, а не только некоторых следствий теории, так как всякое

следствие является условием истинности теории. Ни прямое, ни косвенное доказательство не дают безусловных подтверждений, и, никакая теория вообще не может сделаться абсолютно достоверной. Достоверность естествознания может только приближаться к безусловной достоверности, никогда не достигая последней.

Рассуждая о сущности математики, Орлов написал: «Математика состоит в выведении отношений сосуществования между отношениями сосуществования»⁶⁷. Но не всякая система отношений сосуществования может быть рассматриваема, как математическая. Математика не может рассматриваться как интеллектуальная деятельность, оторванная от действительности. Всякая аксиоматическая система получается путём тщательного выбора, абстрагированием над наглядными представлениями. Спрашивается – какие соотношения необходимы и достаточны для охвата свойств реальной протяженности? Например, аксиомы Гильберта получены абстрагированием из представлений евклидовой геометрии, они не наглядны, но все те отношения сосуществования, которые присутствуют между наглядными образами, в них скопированы точно. Если интуитивные представления отражают свойства объектов, то и абстрактные аксиомы так же отражают свойства реальных объектов.

Следовательно, математик может оставаться в сфере абстрактных соотношений пока хочет этого, но выводы чистой математики можно применить к эмпирической действительности просто путём соответствующей интерпретации терминов. Переход от абстрактно-математических отношений к эмпирическим не стоит представлять как метафизическое обоснование эмпирического чистой мыслью. На самом деле, к реальности возвращается то, что было взято от неё в процессе абстракции.

Насколько специфичен математический произвол, например, при геометрической интерпретации физических

⁶⁷ Орлов И.Е. Логика естествознания. – М.-Л., 1925. – С. 85.

объектов? По Орлову, он принципиально ничем не отличается от произвола при выборе гипотез. Он ограничен требованием наилучшего совпадения следствий теории с фактами. Математику следует определять как науку о наиболее общих и постоянных свойствах реальных объектов, выраженных в наиболее абстрактной форме. Критерием ценности математической системы является возможность естественнонаучных применений.

Выводы формальной логики не обязательно материально истинны, но вытекают из своих предпосылок. При помощи законов мышления и основанных на них силлогизмов нетривиальные утверждения можно представить необходимыми условиями суждений непосредственно очевидных. По отношению к математике также остаётся в силе положение: нет никаких априорных доказательств.

Формальная логика является частью учения о доказательстве. В это учение должны также входить оценки логических форм: как и при каких условиях они могут быть рассмотрены как действительные доказательства; также должно входить учение об истине и критериях истинности, о тех исходных суждениях, которые можно считать безусловно достоверными.

Естествознание нуждается в логике более широкой, чем логика традиционная. Выходя за рамки формализма и ставя одной из главных задач учение о доказательстве, логика сливается с теорией познания. Орлов ставит актуальные вопросы о природе и границах интуиции, о её значении в познании. Должно оценить достоверность исходных посылок науки и тех приёмов, посредством которых наука доказывает результаты открытий. Необходимо излагать методы эксперимента и построения гипотез. Нужно определить значение наиболее общих понятий естествознания (причина, материя, энергия).

Из-за догматизации марксизма и ожесточения идеологической борьбы в 1930-е годы отечественные учёные перестали публиковать свои оригинальные методологические размышления.

О ГОСУДАРСТВЕННОЙ НАУЧНОЙ ПОЛИТИКЕ В СССР

После Великой Октябрьской революции 1917 года у отечественной науки появились новые задачи. Советское государство требовало от учёных участия в материальном производстве. Строительство рационального и социально справедливого общества привлекало учёных. Значительная их часть приняла коммунистическую идеологию. Советская власть изначально считала науку главным средством построения коммунизма. Уже в ноябре 1917 года был утверждён декрет о Государственной комиссии по народному просвещению, в составе которой создавался Научный отдел. По указанию В.И. Ленина в январе 1918 года начались переговоры о сотрудничестве Академии наук с Советским государством для привлечения учёных к народнохозяйственным работам. К апрелю начали финансировать предложенные Академией проекты.

В послереволюционные годы, в условиях войны и голода, правительство давало средства для создания лабораторий и научно-исследовательских институтов. Если в 1917 году в России было 24 научно-исследовательских учреждения, то в 1928 году их стало уже 438⁶⁸.

К руководству наукой и выработке стратегии развития привлекали учёных, инженеров и врачей. Так, в Народном комиссариате просвещения работал выдающийся математик О.Ю. Шмидт. С Научно-техническим отделом Высшего совета народного хозяйства сотрудничали биохимик А.Н. Бах, кораблестроитель, генерал и математик А.Н. Крылов, физик П.П. Лазарев, химик Л.А. Чугаев (всего около 200 человек). Учёные в исследовательских институтах и высших учебных заведениях получали зарплату и повышенные пайки, обеспе-

⁶⁸ Митрякова Н.М. Структура, научные учреждения и кадры АН СССР (1917–1940 гг.) // Организация научной деятельности. – М.: Наука, 1968. – С. 203–235.

чивающие выживание в условиях экономической разрухи. Кроме этого, они получали признание важности и полезности своей работы – власть энергично создавала научные учреждения и неплохо их обеспечивала.

В 1920-е годы организуется конструкторская деятельность. Рационализаторов-одиночек сменяют промышленные лаборатории, разрабатывающие инженерный и технологический продукт на научной базе. Научные и технологические инновации становятся регулярными. Когда их стали планировать для внедрения в промышленность, началось прямое влияние науки на экономику.

Полезность научного труда заботила самых абстрактных математиков. Идеологию научного практицизма высказал организатор московской алгебраической школы, руководитель Ассоциации естествознания Коммунистической академии Отто Юльевич Шмидт (1891–1956), который был ещё и бесстрашным путешественником, возглавлявшим Арктические экспедиции. В 1930 году на Всесоюзном съезде математиков в Харькове он выступил с докладом «Роль математики в строительстве социализма». Шмидт считал науку несамодостаточной, нуждающейся для своего развития в практике. Научные задачи вытекают из потребностей промышленности и торговли. Наука – одно из орудий борьбы пролетариата с эксплуатацией и отсталостью. Открытия происходят при практической необходимости в них, а не из внутренней логики развития. Шмидт осудил стремление превратить математику в «чистую науку»⁶⁹.

Зависимость научного поиска от социального заказа становится всё более очевидной для физиков – не только прикладников, но и теоретиков. Декларации полезности научного знания, стоящего на службе развивающегося социалистического государства и советского народа, имели не

⁶⁹ Шмидт О.Ю. Роль математики в строительстве социализма // Труды Первого Всесоюзного съезда математиков (Харьков, 1930). – М.-Л.: ОНТНКТП СССР, 1936. – С. 29–30.

только церемониальное, но и ориентирующее значение. Выдающийся советский физик, академик Абрам Фёдорович Иоффе (1880–1960), работавший в области механики и электромагнетизма, в 1932 году организовал и возглавил Агрофизический институт, где велись исследования по внедрению физических и математических методов в сельское хозяйство. С учётом этого, его рассуждения 1933 года о траекториях научного поиска и задачах физики не выглядят простой данью идеологическому давлению: *«Ясно видно, что даже в таком, казалось бы, чисто теоретическом вопросе, как существование и строение атома, наука не идёт своими путями раскрытия истины вне истории, техники и производственных отношений общества, в котором она развивается. Наоборот, отдельные этапы научного развития глубоко переплетаются с историей техники и не могут быть поняты вне этой истории. Темпы и направления развития новых идей самым очевидным образом определяются потребностями общества и техники. Электризацией трением перестали интересоваться с появлением гальванических элементов, а изучение элементов было заброшено, когда появились электродвигатели. С научной точки зрения вопросы эти не потеряли интереса: они и сейчас ещё не разрешены и весьма актуальны. Но технике они не нужны, и наука перестала ими заниматься. Дуга и искра были изучены и поняты, когда радиотехника воспользовалась ими. Сейчас они оставлены, и так же интенсивно изучается тепловое излучение электронов и механизм фотоэффекта»*⁷⁰.

В ходе Великой Отечественной войны для обеспечения фронта были задействованы все силы страны. Особое значение приобрели научные разработки по прямому запросу военных. Они внедрялись в кратчайшие сроки. Послевоенные агрессивные амбиции США, подкреплённые приоритетом в атомных исследованиях, продемонстрированным ядерной бомбардировкой Японии, заставили советское правительство, вопреки упадку народного хозяйства, делать колоссальные вложения в оборону и крупномасштабные научно-технические

⁷⁰ Иоффе А.Ф. Непрерывное и атомное строение материи // О физике и физиках. – Л.: Наука, 1977. – С. 28.

кие проекты. Громадное стимулирующее значение для отечественных точных наук имело участие многих математиков и физиков в атомном проекте. Выпускников физических факультетов Москвы и Ленинграда с 1950-х годов целенаправленно готовили для нужд атомной промышленности. Большие математические отделы в ядерных центрах разрабатывали численные методы решения сложных физических задач. Группы чистых математиков развивали квантовую теорию поля.

В атомном проекте выделяют несколько этапов. Первый начался осенью 1942 года и завершился испытанием плутониевой бомбы в августе 1949-го. Во второй фазе с 1950 по 1959 год было создано термоядерное оружие. Большинство ведущих физиков страны, в том числе теоретики, участвовало в этом проекте. Среди них – И.Е. Тамм (и его ученики А.Д. Сахаров, В.Л. Гинзбург), И.Я. Померанчук, Л.Д. Ландау (и его ученики Е.М. Лифшиц, И.М. Халатников, А.Б. Мигдал), Я.Б. Зельдович, Ю.Б. Харитон, Д.И. Блохинцев, Д.А. Франк-Каменецкий. Математики с начала 1948 года тоже были включены в работу. Своими успехами отличалась группа А.Н. Тихонова и А.А. Самарского, связанная с Геофизическим институтом АН СССР, сотрудники Математического института АН СССР М.В. Келдыш, И.М. Гельфанд, а также группа Н.Н. Боголюбова и математики Ленинградского отделения математического института АН СССР во главе с Л.В. Канторовичем. Советская атомная бомба не была изолированным изобретением, она символизировала начало крупнейшего скачка в военной технике и промышленности. Она стимулировала прорыв в разработке проблем теоретической физики. Внедрением этих разработок стали атомные ледоколы и подводные лодки, атомные электростанции. Физикам удалось доказать неэффективность узко утилитаристского подхода к науке. Власть финансировала дорогостоящие проекты фундаментальной физики: были созданы ускорители заряженных частиц, исследовательские ядерные реакторы, плазменные установки типа токамаков. В результате работ по атомному проекту возникли физика атомных реакторов и

физика ускорителей, физика элементарных частиц и физика космических лучей, физика плазмы и синтез трансурановых элементов. Выделились новые разделы физики – ядерная геология, радиобиология, радиохимия.

Холодная война и конфликты в Корее, Вьетнаме, Афганистане, Анголе и Палестине были следствием вражды политических блоков и идеологий. США с сателлитами препятствовали доступу СССР к своим передовым технологиям. Обособленность науки ширилась с обеих сторон «железного занавеса». Пагоушские конференции были формой общения высокостатусных учёных⁷¹, демонстрировали сотрудничество «людей доброй воли», но не решали научно-технических задач. СССР мог рассчитывать только собственных учёных и инженеров. После войны перед наукой стала задача обеспечения прогресса всех отраслей народного хозяйства. Советское государство выделяло значительные средства на создание новых исследовательских институтов, на оснащение их оборудованием. Почётом пользовались физики, доказавшие исключительную полезность при создании ядерного оружия. Изучение термоядерных реакций и полупроводников было приоритетным. От химии ждали новых технологических процессов и создания синтетических материалов, необходимых лёгкой и тяжёлой промышленности. Биологические науки отвечали за подъём сельского хозяйства и медицины.

Особенно важными были научные темы военно-промышленного комплекса: ракетно-космический проект, создание реактивной авиации, разработка радиоэлектронных установок и противоракетной обороны, создание ЭВМ и элементной базы для них.

Новый этап осмысления общественной полезности и эффективности науки связан с развитием кибернетики в 1950–60-е годы. Осознание значимости науки как главного

⁷¹ Наиболее известные западные учёные, участвовавшие в конференциях: А. Эйнштейн, Ф. Жолио-Кюри, Б. Рассел, Н. Бор, Л. Полинг, Дж. Бернал, Л. Брэгг; советские учёные: Д.В. Скобельцин, Л.А. Арцимович, А.П. Виноградов, И.Е. Тамм, М.Д. Миллионщиков.

фактора прогресса общества, промышленности и военных сил подвигли страну на колоссальные расходы в области образования для подготовки учёных. Вскоре появилась проблема эффективного использования научных ресурсов.

Плановое управление научными исследованиями в Советском Союзе имело очевидные достоинства. Она позволяла сосредоточивать материальные ресурсы, направлять усилия отдельных учёных и институтов на решение крупных научно-технических задач. Обратной стороной регулирования был застой научных тем и кадров. Размышляя над накапливающимися проблемами, лауреат Ленинской и Нобелевской премий, академик, физик Пётр Леонидович Капица в 1960–70-е годы много раз высказывался о необходимости совершенствования организации советской науки. По его мнению, было необходимо правильно воспитывать научных работников; вести научные исследования с учётом мировых тенденций и запросов промышленности; обеспечивать материальную базу для научной работы.

Капица напоминал о важности личностной мотивации учёных и правильной организации исследований. Его размышления о научной политике до сих пор актуальны. Но положение российской науки с его времени только ухудшилось. В 1965 году Капица сетовал на медленное освоение достижений науки и техники. Если в 1950-е годы производительность научного труда достигала 13 %, то в 1960-е она составила всего лишь 4–5 %. Причина была в торможении внедрения новых технологий. Достижения в экспериментальной науке, несмотря на существенное государственное финансирование, отставали от успехов зарубежных физиков. При том, что в теоретической физике и математике советская наука занимала лидирующие позиции. Капица считал, что в США обстановка иная – там экспериментальная физика развивалась за счёт теоретической. Для воплощения атомного проекта американцы импортировали физиков-теоретиков из Европы. Для правильного функционирования науки нужно иметь одного теоретика на 20–30 экспериментаторов, но в

Советском Союзе это соотношение было один к одному. И в основном из-за большей престижности теоретической работы. Ведь длительная экспериментальная работа не всегда оканчивается успехом. Учёный здесь зависит от сложных производственных циклов и надёжности коллег. При этом эксперимент требует ответственности и регулярности. Он является коллективным продуктом, и не всегда можно выделить вклад отдельного участника, что мешает его карьере. Успешное завершение эксперимента в советских условиях не приносило исполнителям преимуществ перед теоретиками. Государство в равной степени поощряло тех и других. Но при индустриальном капитализме расторопный учёный-практик мог надеяться на добавочные доходы за патенты при внедрении изобретений, отчасти компенсирующие дефицит научной известности. *«Если мы согласимся с диагнозом, который я здесь ставлю, то необходимые меры лечения этого заболевания нетрудно найти. Они заключаются в том, чтобы поставить экспериментатора и руководителя экспериментальных работ в такие условия, в которых эта работа стала бы по крайней мере так же привлекательна, как работа теоретика»*⁷².

Упомянем о серьёзной проблеме, порождаемой последовательной государственной политикой и контролем интеллектуальной жизни учёных. В 1930–40-е годы стала очевидна идеологизация науки. В разных дисциплинарных сообществах реакция на давление политической идеологии отличалась своими особенностями. Гуманитарии оказались зависимы от политики в большей степени. Для историков советская власть создавала новые научные учреждения: в 1919 году в Петрограде учредили Государственную академию истории материальной культуры, в 1921 году в Москве основали Институт истории. В 1926 году при Коммунистической академии создали Общество историков-марксистов, издававшее журнал «Историк-марксист». Историческая наука стала раз-

⁷² Капица П.Л. Освоение достижений науки и техники. Выступление на Общем собрании Академии наук в СССР. 1965 // Эксперимент. Теория. Практика. – М.: Наука, 1977. – С. 143.

виваться исключительно в социально-экономическом направлении на основе исторического материализма и формационного подхода, принципы которых непрестанно корректировались. Исследования исторических институтов перенаправили на новейшую историю Запада и России, в ущерб изучению древностей. Большинство историков старой школы поладили с Советской властью, имея богатый дореволюционный опыт соглашательства. Лидер советской исторической науки М.Н. Покровский, определяя задачи Института истории при Комкадемии в 1929 году, сказал: *«Ни западной истории, ни русской истории, ни древней истории, ни средней истории, ни новой истории, ни новейшей истории – ничего нет! ...Мы решили таким образом организовать нашу работу в Институте, чтобы она была сосредоточена около основных нескольких крупнейших исторических проблем»*⁷³. В речи подразумевались истории империализма, промышленного капитала и пролетариата в СССР. Произошло сужение специализации историков⁷⁴.

Осенью 1928 года прошло совещание историков и пропагандистов, организованное Агитпропом ЦК. Оно постановило покончить с плюрализмом, ещё наблюдавшемся на «историческом фронте». Покровский предложил расформировать РАНИОН, как заповедник старых кадров. В 1929 году генеральный секретарь ВКП(б) И.В. Сталин (1878–1953), выступая перед аграрниками-марксистами, призвал ликвидировать разрыв теории и практики, что намечало устранение разнообразия научных мнений.

В 1929–32 годы прошла череда идеологических кампаний против исторического сообщества. В 1929 году затеялось «Академическое дело» – преимущественно против историков, этнографов и краеведов. Академика С.Ф. Платонова об-

⁷³ Покровский М.Н. Институт истории и задачи историков-марксистов // Историк-марксист. – 1929. – Т. 14. – С. 5, 8.

⁷⁴ Кривошеев Ю.В., Дворниченко А.Ю. Изгнание науки: российская историография в 20-х – начале 30-х годов XX века // Отечественная история. – 1994. – № 3. – С. 148.

винили в организации «Всенародного союза борьбы за возрождение свободной России»⁷⁵. К началу 1930-х годов завершился разгром старой традиции российской исторической науки. Большинство дореволюционных учёных были изгнаны из науки, кроме немногих, безусловно принявших марксизм и его проблематику, надиктованную идеологами. Теории исторического процесса был навязан исторический материализм. Не рекомендовались философско-исторические и методологические поиски. Работа историков направлялась на сбор частных фактов – краеведение, палеографию, источниковедение. Чем уже была тема исследований, тем меньше она привлекала пугающего внимания блюстителей догмы.

В идеологических кампаниях 1930–40-х годов сильно пострадало сообщество биологов. Трагедия была обусловлена поведением самих учёных, а также интересом власти к скорым практическим плодам аграрной науки – надо было быстро решать продовольственную проблему.

В 1920-е годы биологи обращались к властям не только за материальной помощью, но и в научных спорах, эксплуатируя политический ресурс и подтверждая свои догадки согласованностью с диалектическим материализмом. В конце 1920-х годов в советской науке назрел конфликт классической биологии с новой экспериментальной наукой – генетикой, переживавшей период накопления эмпирического материала и не имевшей генерализирующей теории. Одним из рубежей борьбы генетиков было противостояние ламаркистам. Генетики-дарвинисты упрекали неоламаркистов в недиалектическом механицизме, утверждая, что в генетике воплощено живое знание о природе.

Государство, заинтересованное в росте объёмов сельскохозяйственной продукции и совершенствовании аграрной культуры, выделяло значительные средства на биологию, учрежда-

⁷⁵ Перченко Ф.Ф. К истории Академии наук: снова имена и судьбы // In memoriam: Исторический сборник памяти Ф.Ф. Перченка. – М.-СПб.: Феникс, 1995. – С. 141–210.

ло исследовательские центры. В 1918 году Ю.А. Филипченко создал лабораторию генетики и экспериментальной зоологии, а Н.И. Вавилов организовал Бюро по прикладной ботанике. Институт экспериментальной биологии, созданный Н.К. Кольцовым в 1917 году, вошел в Государственный институт народного здравоохранения. На его базе в 1922 году С.С. Четвериков создал генетическую лабораторию⁷⁶. В 1923 году был основан Научно-исследовательский институт имени К.А. Тимирязева. Перед ним ставились не только исследовательские, но и пропагандистские задачи – распространять в естествознании марксистские взгляды.

Философско-методологические споры, неизбежные в пору интенсивного развития генетики, выплеснулись из научных сборников на страницы идеологических журналов – «Под знаменем марксизма» и «Большевик». Политизация дискуссий усилилась, когда в неё вовлеклись выпускники идеологических вузов, Института Красной профессуры и рабфаков. Биологи стремились формировать государственную научную политику: выступали с проектами⁷⁷ и программами⁷⁸, боролись за должности, идеологизируя научную

⁷⁶ Колчинский Э.И. Биология Германии и России–СССР в условиях социально-политических кризисов первой половины XX века. – СПб.: Нестор-История, 2006. – С. 284.

⁷⁷ Знаменитые генетики Н.К. Кольцов, Ю.А. Филипченко, А.С. Серебровский и М.В. Волоцкий в 1920-е гг. предложили евгеническую программу спасения человечества от «генетического вырождения» посредством селекции биологически совершенных людей. Идеи улучшения породы человека к началу 1930-х гг. были осуждены в СССР как антигуманные и противоречащие проекту воспитания нового социалистического гражданина. «Русский евгенический журнал» и евгеническое общество были закрыты.

⁷⁸ В июне 1932 г. на Всесоюзной конференции по планированию селекционно-генетических работ была заявлена грандиозная программа на вторую пятилетку. В выведении новых сортов и пород Н.И. Вавилов видел качественное воплощение принципов генетики и практическое использование закона «гомологических рядов наследственной изменчивости». Он призывал генетиков сосредоточиться на изучении наследственности, иммунитета к болезням, засухо- и холодоустойчивости. А.С. Серебровский предсказывал, что генетика ускорит развитие животноводства. Поначалу ресурсы генети-

повседневность. Улучшатели человеческой природы не тайли своих планов⁷⁹. Ю.А. Филипченко в 1924 году писал об успешном продвижении евгенических идей в США, Германии и Англии. Он мечтал, что в СССР создадут широкую сеть евгенических бюро⁸⁰. Ламаркист М.В. Волоцкой доказывал, что можно быстро достичь социализма прекращением размножения нежелательных особей⁸¹. А.С. Серебровский предлагал «антропотехнику» для приумножения потомков людей с же-

ков были значительными. Вавилов был первым президентом Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук, Серебровский возглавлял генетику и селекцию животных во Всесоюзном институте животноводства. Новоизбранные академики ВАСХНИЛ Н.К. Кольцов, А.С. Серебровский и М.М. Завадский на коллегии Народного комиссариата по земледелию прогнозировали блестящие успехи генетики в сельском хозяйстве. Но исполнить обещанное за 5 лет было невозможно – не было прямой связи экспериментальной генетики с селекцией. Срыв обязательств на пятилетку (1932–1937) скомпрометировал генетиков перед властями. Селекционеры давно спорили с генетиками, имея несомненные успехи (И.В. Мичурин, М.Ф. Иванов, Е.А. Богданов). Когда в 1935 г. умер Мичурин, Лысенко объявил себя его научным «наследником», назвав свой путь «мичуринской генетикой», противопоставляя её «формальной» генетике Вавилова и Кольцова. На Втором Всесоюзном съезде колхозников-ударников в 1935 г. он заявил: «...задание старой науки – это помогать буржуям, кулакам, всяким эксплуататорам. Задание же нашей науки – служить делу колхозного строительства. Основное содержание буржуазной науки заключается в наблюдении и объяснении явлений. Наша наука стремится переделывать животный и растительный мир на пользу социалистического строительства» (Лысенко Т.Д. Яровизация – могучее средство повышения урожайности // Стадийное развитие растений. – М., 1952. – С. 645).

⁷⁹ До революции многие российские учёные не принимали идеи евгеники. Расологию продвигали политические реакционеры. Эволюционисты с высоким научным и моральным авторитетом среди естествоиспытателей (А.К. Тимирязев, В.О. Ковалевский и А.С. Фамицин) отвергали социал-дарвинизм. Психиатрические евгенические выводы И.А. Сикорского и С.С. Корсакова коллеги отрицали, указывая на социальные причины многих душевных расстройств.

⁸⁰ Филипченко Ю.А. Пути улучшения человеческого рода (евгеника). – Л.: Госиздат, 1924. – С. 173.

⁸¹ Стерилизация остановит рождение потомков с патологическими отклонениями, снизит борьбу за существование в обществе и придаст организованности социальным процессам (Волоцкий М.В. Классовые интересы и современная евгеника. – М., 1925).

лательными признаками через искусственное оплодотворение. Евгенисты увлекли своими проектами некоторыми советскими вождями. А.В. Луначарский и Н.А. Семашко⁸² одобряли евгенический проект как важный для скорого построения социализма.

Евгеника отрицала марксистский закон о главенстве социальных факторов в формировании психических и интеллектуальных качеств человека. В 1930–32 годах начались нападки на евгенистов – Н.К. Кольцова, А.С. Серебровского, Ю.А. Филипченко и С.Г. Левита. Их обвиняли в распространении человеконенавистнических идей и постепенно отстраняли от управления созданными ими институтами. В доктринальных спорах сторонников и противников евгеники, ламаркистов и генетиков-эволюционистов, агробиологов и генетиков сообщество биологов утратило право свободного диспута⁸³. Правильность теорий стала определяться административно, что профанировало науку.

⁸² В 1920 г. по инициативе Н.К. Кольцова, одобренной наркомом здравоохранения Н.А. Семашко, было создано Русское евгеническое общество. Его региональные отделения возникли в Ленинграде, Киеве, Саратове и Одессе. В 1921 г. учредили Бюро евгеники во главе с Ю.А. Филипченко. Некоторые предполагают, что основатели считали евгенику частью генетики, но идея о более ценных человеческих группах для воспроизводства была им чужда.

⁸³ На дискуссии 1939 г. между генетиками во главе с Н.И. Вавиловым и агробиологами, руководимыми Т.Д. Лысенко, проведённой журналом «Под знаменем марксизма», арбитром выступил М.Б. Митин – марксистский идеолог, в 1930-х гг. отнявший у А.М. Деборина руководство Институтом философии Коммунистической Академии. Формально Митин поддержал Вавилова, призвав к сосуществованию двух течений в биологии, но работы Лысенко он объявил передовыми, а генетику – консервативной, поскольку её сторонники проявляют «кастовость» и «барство в науке». Постепенно административный баланс изменился в пользу Лысенко, когда в 1939–40-х гг. репрессировали ведущих генетиков – Н.И. Вавилова, Г.А. Надсона, С.Г. Левита, В.Д. Вендровского, Г.Д. Карпеченко и др. В 1945–47 гг. генетики писали вождем партии о вреде и бесплодности идей Лысенко. В начале 1948 г. их поддержал новый заведомо науки Управления пропаганды и агитации ЦК ВКП(б) Ю.А. Жданов, считавший, что стране нужны оба течения – генетика и агробиология. Но ЦК имело другое мнение. Итог сессии ВАСХНИЛ был решён в верхах партии до её начала. Теорию Лысенко одобрили, а «менде-

Автономию научной дискуссии сумели отстоять советские физики. В 1920–40-е годы сложилась группа учёных, считавших классическую механику достаточной для объяснения мира (А.К. Тимирязев, Н.П. Кастерин, В.Ф. Миткевич и др.). Будучи экспериментаторами, эти противники квантовой теории выше всего ценили проверку опытом. А.К. Тимирязев и А.А. Максимов обличали «махизм» и «физический идеализм» теории относительности и квантовой механики в идеологическом журнале «Под знаменем марксизма». Они писали в секретариат Академии наук, драматически выступали на заседаниях секций АН и конференциях, превращая чисто методологические и научные темы, например, о природе электрического тока и понятиях для описания физических явлений, в предлог для идеологических обвинений противников.

Академик Абрам Фёдорович Иоффе защищал право физики развиваться на основании собственных методов. В 1934 году на специальной сессии Института философии Коммунистической Академии, посвящённой 25-летию публикации «Материализма и эмпириокритицизма» Ленина, участники призвали к союзу материалистов-диалектиков с естествоиспытателями для победы над идеализмом. Иоффе заявил принципиальные замечания о взаимосвязи физики и философии. В докладе «Развитие атомистических воззрений в XX веке» он указал, *«...что и сейчас всё-таки существуют выпадения, когда философы становятся поперек дороги историческому прогрессу физики и говорят: "Назад, назад, ничего не допущу, всё идеализм; назад на 30 лет"...* Но я бы сказал, что, отвергая совершенно такую постановку вопроса, где развитие науки считается идеализмом, всё-таки с опаской принимается каждая новая науч-

лизм-морганизм» объявили реакционным и вредительским учением. Последовал разгром генетики в НИИ и закрытие её кафедр в университетах. Мнение руководителей биологического отдела АН СССР и её президента партийные вожди игнорировали. Ход исполнения решений сессии ВАСХНИЛ 1948 г. описан в книге «Образование – Наука – Идеология» (Н. Новгород, 2012. – С. 177–225).

ная теория, каждое новое познание природы. Не только в их толковании, но и в самих теориях ищется идеализм»⁸⁴. Иоффе отметил, что в самих физических теориях идеализма быть не может – идеалистическими могут быть только их толкования. С.И. Вавилов, А.Ф. Иоффе, И.Е. Тамм и В.А. Фок в 1930–40-х годах не раз критиковали догматические воззрения на страницах партийных и научных журналов, на конференциях и семинарах. Они боролись с идеологической демагогией и спорили по философским вопросам физики. Поборники новой физики слаженно противились нападкам и защитили свои взгляды. Победа далась не одной согласованностью действий. Новаторы смогли доказать власти свою полезность в военной и технологической области. Перед войной, в 1937–38 годах, НКВД арестовало многих учёных, и физиков в том числе. Некоторые из них погибли, осуждённые за участие в заговорах и шпионаже. Прямой ответственности за ту трагедию кампания против «физического идеализма» не несёт. Но диаматчики, ради победы в научном споре, активно вешали оппонентам идеологические обвинения в опасное и пропитанное доносами время: *«антиленинские, в корне враждебные материализму... раболепие перед заграничными учёными... продукт буржуазного мышления»*. И вот эти действия заслуживают порицания и долгой исторической памяти.

Идеологическую кампанию в математике организовал помзавотделом агитации и пропаганды ЦК ВКП(б) Эрнст Кольман. За ним следовала группа «молодых левых» математиков. Все они ратовали за диалектизацию дисциплины и обращение её в партийную науку. Это требовало решения ряда философских задач – определения математики, выяснения её статуса и методологической особенности. Философские споры скрывали борьбу за власть в сообществе. Критика «левых» целилась не только в «старую профессуру», но и в административно выросших после революции математиков, активно

⁸⁴ Иоффе А.И. Развитие атомистических воззрений в XX веке // Под знаменем марксизма. – 1934. – № 4. – С. 65.

участвовавших в образовательных реформах и создании научных институтов.

27 декабря 1929 года на конференции аграрников-марксистов Сталин сообщил об отставании теории от практики и призвал к *«повороту в политике партии»*. Это было сигналом для всех *«идейных фронтов»*. Одной из вех математического поворота стало смещение в 1930 году Дмитрия Фёдоровича Егорова⁸⁵ с поста директора Института математики и механики Московского университета. Его место занял *«красный профессор»* О.Ю. Шмидт, призвавший сотрудников к марксистской перестройке.

В июне 1930 года на Первом Всесоюзном съезде математиков Егоров выступил против торжественного приветствия XVI съезду партии, проходившему в то же время⁸⁶. Съезд математиков проходил в Харькове. Его организовал Украинский институт математических наук, руководимый известным учёным Сергеем Натановичем Бернштейном (1880–1968). На съезде спорили о приложении методов исторического и диалектического материализма к обоснованию математики и её истории. Гадали о возможных плодах *«внедрения этого метода в собственно математическое исследование»*. Главными оппонентами были диалектик Михаил Хрисанфович Орлов (1900–1936) и Бернштейн, полагавший, что математика не соприкасается с диалектикой.

После съезда Бернштейна сняли с руководства институтом. Его место занял Орлов. В 1934 году Орлова избрали в члены-корреспонденты АН УССР. Перейдя в Харьковский

⁸⁵ Выдающийся учёный и администратор Егоров, воспитанный в московской математической школе, вдохновляемый примером своего учителя, автора оригинальной религиозно-философской концепции – *«аритмологии»*, Н.В. Бугаева, не скрывал свою религиозность. Была известна и его открытая неприязнь к советской власти.

⁸⁶ В сентябре 1930 г. Д.Ф. Егорова арестовали по делу Всесоюзной *«Истинно-Православной Церкви»*. После ареста Егорова Московское матобщество оказалось под угрозой закрытия. Ради спасения ММО его руководство осудило контрреволюционера Егорова и назначило своим председателем авантюриста Э. Кольмана.

физико-химико-математический институт, Бернштейн для институтской газеты написал заметку против диалектики в математике, которая, по его мнению, ведёт к математическому скудоумию. Метод материалистической диалектики можно было бы принять, если с его помощью не хуже, чем математическими методами решается какая-то математическая задача, но таких успехов нет. Математика, в отличие от философии, имеет ясные и работающие методы. А непрекращающиеся философские дискуссии показывают, что у этой дисциплины нет единства и ясности. Следовательно, насаждение диалектики не даст пользы науке. Кроме того, математика внеклассова и внеполитична, поэтому математики разных убеждений могут совместно работать над одними проблемами, дополняя друг друга.

В ответ Орлов обличал Бернштейна: *«Акад. Бернштейн ведёт активную борьбу против марксизма-ленинизма, прикрываясь лозунгами аполитичности и непартийности. Но, как всегда в таких случаях, эти лозунги припрятывают враждебную нам политическую линию. И действительно, обосновывая аполитичность, непартийность и надклассовость математики, акад. Бернштейн становится на вполне определённые идеологические позиции, характеризующиеся как реакционная философия воинствующего эклектицизма. Ещё на Всероссийском математическом съезде 1927 года акад. Бернштейн проявил свои методологические ярко антимарксистские взгляды. Но наиболее чётко он сформулировал их в статье, посланной в начале 1931 г. в многотиражку Харьковского физико-химико-математического института»⁸⁷*. Орлов утверждал, что диалектика имеет общезначимый характер, и потому может быть внедрена в математику. Математика партийна, как всякая иная наука, например, есть «идеалистическая» математика Гильберта и «субъективно-идеалистическая» теория Брауэра.

Несмотря на усилия Э.Я. Кольмана и прибившихся к нему М.Х. Орлова, А.Р. Кулишера, Л.А. Лейферта, В.В. Люша,

⁸⁷ Орлов М. Боротьба за марксо-ленінську методологію в математиці // Журнал математического цикла ВУАН. – К., 1931. – № 1. – С. 22-24.

В.И. Микулинского, Е.С. Рабиновича, А.В. Дымана, Д.К. Кноля и Б.И. Сегала, кампания по диалектизации математики закончилась после ряда выступлений, вызвавших у математиков молчаливое несогласие. От диалектизации математику спасли два обстоятельства. Объективная сложность математического знания и связанная с этим невозможность развития на основе диалектики. Повлиял и безгласный отпор большинства математиков.

В 1960–70-е годы партийные руководители не допускали грубого идеологического вмешательства в дела дисциплинарных сообществ. Предпочитали действовать тоньше. Одним из инструментов идейного контроля были научно-методологические семинары, где обсуждались проблемы научного знания. С 1960-х годов в СССР регулярно проводились симпозиумы и совещания, посвящённые философским вопросам естествознания. Так, в конце 1960 года в Киеве состоялось республиканское совещание по философским вопросам биологии, организованное АН УССР. В совещании участвовали сотрудники институтов отделения биологических наук АН УССР, Института философии АН УССР и представители специальных и философских кафедр почти всех крупных вузов Украины. В мае 1964 года впервые состоялся Всесоюзный симпозиум, посвящённый анализу философских проблем теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Симпозиум был создан Советской гравитационной комиссией, Научным советом АН УССР по философским вопросам естествознания и Институтом философии АН УССР. В его работе приняли участие около 250 физиков и философов из Москвы, Ленинграда, Киева, Минска, Казани и других городов. Тезисы многих докладов и сообщений опубликованы отдельной книгой «Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии» (Киев, 1964). В мае 1969 года в Москве проходил Всесоюзный симпозиум по философским проблемам биокибернетики, организованный научными советами по комплексным проблемам «Кибернетика» и «Философские вопросы современ-

ного естествознания» при Президиуме АН СССР, Институтом философии АН СССР и Центральным бюро философских (методологических) семинаров. Он привлёк большой интерес деятелей различных наук: биологов, кибернетиков, философов, медиков, инженеров, физиологов и др. Из многочисленных направлений исследований в этой области на симпозиуме основное внимание было обращено на следующие: понятие биологической системы, предмет биокибернетики и понятийный аппарат биокибернетики.

В декабре 1970 года в Москве состоялось Второе Всесоюзное совещание по философским вопросам естествознания, посвящённое 100-летию со дня рождения В.И. Ленина. В нём участвовали более 700 учёных и философов из СССР и зарубежных стран. Совещание организовали Научный совет по философским вопросам естествознания и Институт философии АН СССР. В августе 1971 года в Москве прошёл Международный конгресс по истории науки. В нём участвовали учёные из 40 стран. Обсуждался широкий круг вопросов по истории механико-математических, физико-химических, биологических наук, наук о Земле, а также истории техники. На конгрессе звучала науковедческая проблематика и проблемы логики развития науки, организации науки, истории развития системного подхода в исследовании науки, психологии научного творчества. Такие масштабные мероприятия проводились в СССР регулярно при участии естествоиспытателей и философов.

Философско-методологические семинары имели важное идеологическое значение. Подобные семинары учреждений Академии Наук к 1960-м годам накопили большой опыт в определении содержания, организации и руководстве занятиями. Проблематика этих семинаров была связана с профилем соответствующих институтов и задавалась фактическими данными в различных отраслях науки и значимостью соответствующих философских вопросов. Так, главными темами для ленинградских семинаров начала 1960-х годов были новые отрасли научного знания, которые оказывались «точками

роста» науки в целом⁸⁸. В программе прописывались такие темы, как «Философские основы кибернетики» (Институт истории естествознания и техники), «Философские вопросы логики и их практическая реализация в построении автоматических систем» (Институт электромеханики), «Перспективы развития космологических теорий» (Главная астрономическая обсерватория в Пулковке), «Философские проблемы специальной и общей теории относительности» (Институт астрономии).

В 1960–70-е годы Президиум АН СССР отмечал, что прогресс естествознания требует разработки гносеологии и таких её проблем, как моделирование, сущность математизации знания, принципы и методы системного исследования. Своим авторитетом это направление исследований поддерживали выдающиеся советские учёные. Президент Академии наук СССР М.В. Келдыш говорил, что прогресс современной науки связан с решением методологических вопросов, и очень важно опережающее развитие теории. Академики В.А. Амбарцумян и В.М. Глушков на фактах показывали, что союз естествоиспытателей и философов наполнился новым содержанием. Академик В.А. Фок напоминал, что в современной атомной физике есть гносеологическая проблема связи между объектом физического наблюдения и средствами его наблюдения. Полезный для философии естествознания идейный союз с наукой воздействовал и на философско-мировоззренческие убеждения учёных.

ФИЛОСОФЫ-МАРКСИСТЫ О НАУКЕ

Абсолютное доминирование марксизма в СССР в начале 1920-х годов привело к его идейному окостенению. Содержательных исследований по философии науки было немного. Оригинальную концепцию предложил революционер и есте-

⁸⁸ Лейман И.И., Мамзин А.С. За тесную связь философии и специальных наук // Вопросы философии. – 1961. – № 10. – С. 152.

ствоиспытатель Александр Александрович Богданов, который организовал Пролеткульт⁸⁹ и задумал основать пролетарскую философию. Ленин раскритиковал его замысел. Было решено, что пролетариату не нужна никакая особая философия, кроме диалектического материализма. Богданов разработал тектологию – науку о принципах организации систем, где методология была частным случаем организации. Богданов считал познание приспособлением к окружающей среде и непосредственным выражением трудовых процессов. Науку он видел орудием приспособления в борьбе за жизнь. Поэтому наука прошлого – буржуазна, а пролетариату нужна собственная наука будущего, которая преодолет специализацию и будет основываться на общих методах.

Наука призвана создавать нормы целесообразности для практической деятельности, обеспечивающие регуляцию применения практических правил. Научные идеи оказываются организационными схемами, косвенным и непосредственным образом координирующими трудовые усилия и опыт людей. Научные истины при таком подходе предстают как организационные орудия практики.

В 1924–1930 годы в дискуссии между механицистами и диалектиками обсуждались темы: о предмете марксистской философии, о взаимоотношении «простых» и «сложных»

⁸⁹ Пролеткульт возник в октябре 1917 г. на Первой Петроградской конференции и был включён в систему Наркомпроса. Его вождями были А.А. Богданов, П.И. Лебедев-Полянский, Ф.И. Калинин и В.Ф. Плетнёв. К 1919 г. в движении участвовало около 400 тысяч человек. Издавались журналы «Пролетарская культура», «Горн», «Грядущее» и «Зарево заводов», продвигавшие идеи этого союза. Пролеткульт создавал новую пролетарскую науку, оторванную от буржуазного прошлого. Идеологию Пролеткульта заложил А.А. Богданов. Труд он считал главным фактором развития цивилизации. Рабочий класс должен сделать науку активной силой социалистического общества, орудием организации революционной борьбы. Но чтобы рабочий класс мог использовать достижения науки, необходима реорганизация научного знания. Задача «пролетарской науки» состоит в преодолении излишней специализации, в объединении разрозненного научного знания в одно организованное целое. Появлению пролетарской науки способствует популяризация знания. «Научно обученный» рабочий сможет трудиться более эффективно.

форм движения материи, о необходимости и случайности, о количественных и качественных изменениях, о значении гегелевской диалектики, о принципе партийности в философии, о роли философии в естествознании. Расхождение между механицистами (И.И. Скворцов-Степанов, Л.И. Аксельрод, А. Варьяш, А.К. Тимирязев) и диалектиками (А.М. Деборин, Г.К. Баммель, Б.М. Гессен, Н.А. Кареев, С.Г. Левит, И.П. Разумовский, Я.Э. Стэн) по некоторым непринципиальным вопросам наметилось еще в 1923 году.

Поводом для начала открытой дискуссии была публикация в 1924 году книги голландского социал-демократа Германа Гортера «Исторический материализм», где отмечалось качественное отличие исторического материализма от материализма философского и допускалась возможность соединения исторического материализма с некоторыми положениями идеалистических философий. Иван Иванович Степанов, переводивший книгу Гортера, написал к ней послесловие и отдельную статью «Исторический материализм и современное естествознание» (1925). Он хотел выяснить отношение исторического материализма к философскому материализму и естествознанию. По его мнению, исторический материализм продолжает то дело, которое в одной своей части выполнено современным естествознанием, ибо «для марксизма не существует области какого-то философствования», обособленной от науки.

В 1924 году в журнале «Большевик» Ян Эрастович Стэн напечатал статью «Об ошибках Гортера и тов. Степанова», в которой указал, что Скворцов-Степанов, во-первых, принизил роль диалектического метода по отношению к естествознанию, во-вторых, регрессировал от диалектического материализма к материализму механистическому. Скворцов-Степанов доказывал, что наука выяснила так много из превращения форм энергии, что не остается места для «жизненной силы» организмов, которая в своем действии есть изъятие из закона сохранения энергии. Стэн, апеллируя к авторитету Энгельса, отмечал, что тот возражал смешению органических

и химических процессов. Он требовал качественного конкретного исследования, так как диалектический материализм не переносит специфические закономерности одних процессов на другие.

Скворцов-Степанов ответил Стэну статьёй «О моих ошибках, “открытых и исправленных” тов. Стэном», утверждая, что между его концепцией и механистическим материализмом XVIII века нельзя провести аналогию. Он указывал, ссылаясь на К.А. Тимирязева, что все достижения современной физиологии приобретены только благодаря приложению к жизненным явлениям физических и химических методов исследования, благодаря распространению на них физических и химических законов. Не всякое распространение законов развития более низких форм движения материи на более высокие их формы есть механицизм в смысле, раскритикованном Марксом, Энгельсом и Лениным. Скворцов-Степанов предлагал философски уяснить ситуацию в современной физиологии, где результаты получают распространением физических законов на явления жизни, а не навешивать ярлыки «механицизма».

Позднее дискуссия перешла на страницы журнала «Под знаменем марксизма». После выхода в 1925 году книги Скворцова-Степанова «Современное естествознание и исторический материализм» её обсудили в Государственном Тимирязевском научно-исследовательском институте. Большая часть участников поддержала позицию автора и приветствовала появление книги. Дискуссия вяло продолжалась в 1926–27 годах. Разногласие между деборинцами и механицистами достигло апогея в 1928 году, когда из Общества воинствующих материалистов ушли все механицисты. Тогда деборинцы создали Общество воинствующих материалистов-диалектиков, в котором без помех развивали свою позицию. Механицисты ответили двумя книгами: «Диалектический материализм и деборинская школа» И.И. Скворцова-Степанова и «В защиту диалектического материализма» Л.И. Аксельрода.

Спор механицистов и диалектиков

Направление	Механицисты	Диалектики
Представители	И.И. Скворцов-Степанов, Л.И. Аксельрод, А. Варьяш, А.К. Тимирязев	А.М. Деборин, Г.К. Баммель, Б.М. Гессен, Н.А. Кареев, С.Г. Левит, И.П. Разумовский, Я.Э. Стэн
Философское влияние	Механицизм XVIII века	Гегелевская диалектика
Цель	Универсализировать механические модели и способы объяснения (модели равновесия, баланса, статики, устойчивости), и перенести их из механики в биологию и социологию	Диалектизация естествознания. Разработка диалектики как метода изучения природы и общества, как особого способа мышления, противостоящего формальной логике, неправомерно отождествляемой с метафизикой
Вопрос о соответствии объективной действительности воззрений учёного	Решается практически (от практики лаборатории научного исследователя, промышленности и сельского хозяйства, поскольку она ставится рациональной практикой, опираясь на научные достижения)	Даже если стоящая перед научным исследователем задача получила в эксперименте практическое решение, оно будет отвергнуто, если не укладывается в рамки диалектико-материалистического подхода
Редукции нового качества к количественным процессам и отношениям, сведение сложного к простому	За редукционизм, – такое сведение является основной характеристикой научного познания	Против редукционизма. Указывается скачкообразность перехода от низшей формы к высшей, несводимость нового качества к количественным процессам
Отношение между философией и наукой	Признаёт самостоятельность науки. Не существует отдельной и обособленной области философствования. Философия в принципе отождествлялась с выводами естественных наук	Марксистская философия обладала самостоятельным статусом и специфическим содержанием. Она представляла собой методологию и теорию познания
Отношение к классической физике и достижениям квантовой механики	За наглядные механические модели классической механики, и против замены их абстрактно-математическими построениями квантовой механики. Критиковали творцов квантовой механики за идеализм	Пытались вписать достижения науки XX века в гегелевскую диалектику. Были далеки от философского обобщения достижений науки XX века

Теоретически дискуссия не развивалась. Для её окончания деборинцы предприняли организационные меры. В апреле 1929 года в Московской Коммунистической Академии была созвана Вторая Всесоюзная конференция марксистско-ленинских научных учреждений. Группа А.М. Деборина победила и была названа «школой ортодоксального марксизма». Но её торжество было недолгим. Перемены в партии большевиков непосредственно повлияли на состояние философского сообщества.

В.И. Вернадский, следивший за ходом дискуссии, о её характере высказался отрицательно. Он предостерегал от реализации позиции Деборина и его сторонников, как вредной для роста научного знания. По мнению Вернадского, не может существовать одной-единственной философии. Унификация философии означает превращение её в официальную государственную идеологию, что губительно как для философии, так и для науки в целом. Философия должна быть представлена в многообразии философских течений и направлений. Он показывал различие между философией и наукой. Не приемля рассуждений Деборина о классовости науки, Вернадский утверждал, что *«наука одна и едина»*, а *«её установления в конечном своём развитии общеобязательны»*. Философия отличается от науки тем, что она не обладает общеобязательностью научного знания, в ней более сильно проявление мировоззрения философа, интерпретации им бытия, культуры и науки. Стремление воздвигнуть одну-единственную философию Вернадский называет утопией. Оно может помешать философским и научным исканиям, если начнёт осуществляться и станет принципом государственной политики в области духовной жизни.

Деборин, уязвлённый критикой его взглядов и выступлениями Вернадского против избрания Деборина в Академию наук, обвинил Вернадского в идеологической и политической нелояльности: *«Все мировоззрение В.И. Вернадского, естественно, глубоко враждебно материализму и нашей современной жизни, нашему социалистическому строительству»*. Вернадский

отвечал, что методы Деборина вредны и могут привести к ослаблению науки: *«Учёные должны быть избавлены от опеки представителей философии»*.

В декабре 1929 года молодые философы М. Митин и П. Юдин выступили против деборинцев, обвинив тех в недостаточной борьбе с троцкизмом и в отрыве теории от практики. На партийном собрании в мае 1930 года антидеборинская кампания усилилась. В «Правде» от 7 июня 1930 года была напечатана статья с политическими обвинениями против деборинцев. Редакция в специальном примечании солидаризировалась с авторами, что свидетельствовало об открытой поддержке группы Митина и Юдина. Деборинцы в журнале «Под знаменем марксизма» ответили статьёй «О борьбе на два фронта в философии». После этого полемика обострилась. Появился ряд разгромных статей в журнале «Большевик» и газете «Правда». Упрёки в троцкизме и симпатиях к нему стали ключевыми. ЦК открыто поддержало преследование деборинцев, которых обвиняли в том, что они разорвали связь между философией и политикой, не понимали партийность в философии, игнорировали ленинское отношение к этому вопросу. В это время началось разоблачение «троцкистско-зиновьевских террористических центров».

Обществоведческие кафедры в ВУЗах не только обучали студентов, но также идеологически контролировали деятельность других кафедр. Требование включать в философские курсы сообщения и пояснения по партийным решениям приводило к вытеснению из них собственно философского содержания. Провозглашалось, что диалектический метод преодолевает идеалистические интерпретации в ядерной физике и теории относительности. В физиологии диалектический метод использовался в теории рефлексов. Заявлялось, что внедрение диалектического подхода в биологические науки привело к распространению историзма в биологии, помогло развитию дарвинизма. Сигнал для естествоиспытателей был очевиден – избегать содержательных философских

обсуждений науки. Штатные философы ограничивались цитированием утверждённых руководством пособий.

Только в 1960-е годы философы-марксисты осмелились развивать ленинские идеи, извлеченные из работ «Материализм и эмпириокритицизм» и «Философские тетради», применив их к анализу научного знания. Каноническую интерпретацию проблемы «отражения и истины в научном познании» дал Михаил Николаевич Руткевич (1917–2003). Считалось, что теория отражения является одним из главных разделов марксистской философии. В ней явлена сущность диалектико-материалистического взгляда на отношение сознания к материи. Процесс познания носит объективный характер. Он способен отразить действительные закономерности и свойства реальности и научно обосновать её связи с творческой активностью сознания. Сознание человека не только отражает, но и творит мир. Объективная истина понималась таким содержанием человеческих представлений, которое не зависит от субъекта, не зависит от человечества. Выделение объективно истинного содержания в познании осуществляется в ходе практики. Критерий практики рассматривался как абсолютный и относительный одновременно. Критерий абсолютен, так как позволяет определённое содержание нашего отражения рассматривать как истину абсолютную. Критерий относителен, так как никогда не может *«по самой сути дела подтвердить или опровергнуть полностью какое бы то ни было человеческое представление»*.

Философ и историк логики, академик АН УССР Павел Васильевич Копнин (1922–1971) стоял у начала нового направления советской философии – «логики научного познания». В этом течении логика связывается не только с общеметодологическими и общенаучными принципами, но и с аксиологией. Логику науки он рассматривал как своеобразную форму интеграции знания вокруг одного объекта – науки. Исчисления формальной логики и категории диалектики выполняют, по его мнению, различные функции в логике науки. Диалектика, как метод анализа научного знания, определяет место

формально-логических средств в анализе науки. Разрабатывая общие проблемы диалектики, Копнин видел в диалектической логике универсальный метод исследования, считая формальную логику не всеобщей, а частной наукой. Особенностью формальной логики является отвлечение от реалий развития, а диалектическая логика отражает объективную динамику этого процесса. Задача заключается не в перестановке, создании новых иерархий из уже известных категорий материалистической диалектики, но в открытии новых *«на основе систематического понимания особенностей и закономерностей современного научного познания, его тенденций и устремлений в будущее»*⁹⁰. В рамках построения такой системы категорий необходимо осуществляется философский синтез современного научного знания – в противном случае диалектика превращается в *«логическую игру категориями»*. Существует множество систем научного знания; каждая из этих систем истинна и правомочна для объяснения и понимания тех или иных объектов и явлений. В основание принципов систематизации категорий, по мнению Копнина, надо положить идею единства диалектики, логики и теории познания.

Бонифатий Михайлович Кедров (1903–1985) подал развитие науки в аспекте учения о диалектическом противоречии. Исходя из ленинской идеи о ступенях познания, он полагал, что история отдельных естественных наук и естествознания в целом есть источник для разработки материалистической диалектики. Рассуждать диалектически о развитии науки, – значит изучать, как из незнания является знание, каким образом неполное, неточное знание становится более полным и точным. В книге Ленина *«Материализм и эмпириокритицизм»* ступени познания рассмотрены в их конкретном выражении (атом и электрон или классическая механика и новая физика). Ступенями движения научного познания, по Кедрову, служат категории логики и диалектики. Логика

⁹⁰ Проблемы диалектики как логики и теории познания. – М., 1982. – С. 144.

есть учение о законах развития всего конкретного содержания мира и познания его.

По Кедрову, развитие естествознания диалектично. Новое, присущее современному естествознанию, зародилось в прошлом. Над решением современных вопросов учёные прошлого бились и раньше. *«Но поскольку открытия естествознания всегда несут с собой новый естественнонаучный материал, возникающие на его основе проблемы всегда кажутся необычными, требующими каждый раз иного рассмотрения. Это верно. Но вместе с тем оказывается, что в связи с последними научными открытиями сплошь да рядом встают старые философские вопросы, лишь немного видоизмененные в соответствии с современными данными науки»*⁹¹. Абсолютная истина в науке складывается из относительных истин. Каждая достигнутая человечеством более глубокая или более полная относительная истина есть новая веха в развитии науки, в развитии познания на пути к раскрытию абсолютной истины. Диалектический материализм говорит о приблизительном, относительном характере всякого научного положения о строении и свойствах материи. Вехи в истории науки означают поворотные пункты в её поступательном развитии. Каждый новый период в развитии науки означает коренное изменение всей концепции науки и соответствующих ей основных понятий, коренную ломку старых принципов, законов, теорий и представлений. В этой крутой ломке состоит революция в естествознании.

С начала 1970-х среди философов науки оформился социально-гносеологический подход, раскрывающий влияние социальных факторов на историю науки, на систему организации научных институтов, ориентирующий на исследование структуры научного мышления. Одним из лидеров этого направления стал академик Вячеслав Семёнович Стёпин (1934–2018), который выделил этапы в развитии науки и соответствующие им научные картины мира. Научная картина

⁹¹ Кедров Б.М. В.И. Ленин об истории естествознания // Ленин и современное естествознание. – М., 1969. – С. 84.

мира – это форма теоретического знания, представляющая предмет исследования соответственно определённым историческим этапам развития науки. Это такая форма интеграции знания, в которой синтезируется, схематизируясь, конкретное знание, полученное в разных областях научного поиска. Переход от одного этапа науки к другому, и, соответственно, изменения в научной картине мира происходят в ходе научных революций. На каждом этапе науки доминирует свой тип научной рациональности: классическая, неклассическая и постнеклассическая. В конце XX века исследования научных картин мира стали модной темой отечественной философии.

НАУКОВЕДЕНИЕ В 1920–30-Е ГОДЫ

В ноябре 1917 года для подчинения культуры социалистическому строительству был создан Народный комиссариат просвещения. Вожди советского государства намеревались управлять посредством использования передовых достижений науки и техники. С 1922 года, добившись значительной политической власти, советское государство стало обуздывать интеллигенцию, пресекая её традиционную оппозицию правительству. Дореволюционные интеллектуалы считались помехой большевизации страны. 14 декабря 1922 года ЦК РКП(б) издал циркуляр «О работе парторганизаций в вузах и рабфаках», определявший значение высшей школы и способы её контроля. Советская власть намеревалась стандартизировать разнородную политическую и философскую позицию естественнонаучной и технической интеллигенции.

В 1920–30-е годы было создано множество научно-технических институтов, в которых формировались группы, изучавшие психологию научного творчества, научную организацию труда и историю науки. Перед страной стояла масштабная задача – мобилизовать науку и технику для быстрого экономического и культурного переустройства, что-

бы «догнать и перегнать капиталистического врага максимум за десять лет». Для этого требовалось организовать научные исследования и обеспечить сознательную, идейно мотивированную работу инженеров и учёных. Был создан координирующий и планирующий Комитет по делам науки. С начала 1920-х годов учреждались институты по изучению производства (Центральный институт труда в Москве, Казанский институт Научной организации труда, Всеукраинский институт труда в Харькове, Центральная лаборатория труда в Институте мозга и психической деятельности в Петрограде и др.).

Советских руководителей интересовала эффективная, научная организация труда (НОТ). О ней рассуждали Г.М. Кржижановский, Н.К. Крупская, Н.А. Семашко, Л.Д. Троцкий, А.Д. Цурюпа, Е.М. Ярославский. В 1923 году была создана общественная Лига «Время», развивавшая и пропагандировавшая идеи НОТ. В 1923 году при Народном комиссариате труда СССР организуется психотехническая лаборатория, занимавшаяся изучением профессий, профессиональным подбором и консультацией, рационализацией подготовки к труду и его условий.

Советское государство в трудный период развития поддерживало изучение истории науки и организации научной деятельности, не имеющие непосредственного народнохозяйственного значения. Правительство поощряло самоорганизацию учёных, увлечённых этими исследованиями. Причина этого заключается в идеологии марксизма и в его особом отношении к науке. Пролетарские классики уделили некоторое внимание проблемам философии науки в «Анти-Дюринге» и «Диалектике природы» Энгельса, в докторской диссертации Маркса, в «Материализме и эмпириокритицизме» Ленина. Их идеи определили отношение советской власти к науке.

Намечалось выявить экономические, исторические и культурные условия научных открытий, исследовать закономерности развития общества и науки. Наука рассматривалась как организация людей, связанных общественными отноше-

ниями для решения определённых задач. Историки науки должны были донести марксистские идеи в профессиональные сообщества и народные массы, пропагандируя научные открытия. Экономист и теоретик марксизма Н.И. Бухарин на втором Международном конгрессе по истории науки и техники в Лондоне отметил: *«В настоящее время все мало-мальски знакомые с фактами учёные, все исследователи признают, что генетически теория выросла из практики, что любая дисциплина имеет, в конечном счёте, свои практические корни. С точки зрения общественного развития, наука, теория, – есть продолжение практики... Функция науки в совокупном процессе воспроизводства общественной жизни – есть функция ориентации во внешнем мире и в обществе, функция расширения и углубления практики, повышения её эффективности, функция своеобразной борьбы с природой, со стихией общественного развития, с враждебными данному общественно-историческому порядку классами... Любая, самая абстрактная дисциплина имеет совершенно определённое жизненное значение в ходе исторического развития»*⁹². Бухарин полагал, что только социализм создаёт условия для перспективного развития науки и техники.

С конца 1920-х годов научную политику в СССР стал определять генеральный секретарь большевистской партии И.В. Сталин. 27 декабря 1929 года на конференции аграрников-марксистов он произнёс речь, в которой отметил отставание научной теории от практики и призвал к *«повороту в политике партии»*. Это стало распоряжением для всех научных работников. Лозунги Сталина – *«техника в период реконструкции решает всё»* и *«большевики должны овладеть техникой»* – послужили основанием журнала *«Социалистическая реконструкция и наука»* и выработке стратегии научного планирования.

Все начинания по организации и исследованию науки в 1920–30-е годы условно делятся на устроенные властями и возникшие в следствии самоорганизации учёных. Потреб-

⁹² Бухарин Н.И. Теория и практика с точки зрения диалектического материализма // Социалистическая реконструкция и наука. – 1931. – № 1. – С. 14.

ность переосмысления роли науки в жизни общества, рационализации труда учёных и исследования истории науки соединила государственную цель с личной инициативой научных работников. Но это было общемировой тенденцией. Неслучайно на Международном конгрессе по истории науки и техники в Лондоне (29 июня – 4 июля 1931 года) работали секции: «Наука как составная часть общей истории» и «Взаимосвязь чистой и прикладной науки».

Государственными проектами по организации и исследованию науки являются Пролеткульт и Центральный институт труда. Пролеткульт был создан в октябре 1917 года. Его возглавили А.А. Богданов, П.И. Лебедев-Полянский, Ф.И. Калинин и В.Ф. Плетнёв. Вскоре к движению присоединилось около 400 тысяч человек. Издавались журналы «Пролетарская культура», «Горн», «Грядущее» и «Зарево заводов», распространявшие идеи этого союза. Пролеткульт направлял создание пролетарской науки, оторванной от буржуазного прошлого. Идеология Пролеткульта была заложена революционером и учёным-экспериментатором Александром Александровичем Богдановым. Труд он считал основным фактором развития цивилизации. *«Наука есть организованный коллективно-трудо́вой опыт и орудие организации коллективного труда»*⁹³. Рабочий класс должен сделать науку активной силой нового социалистического общества, орудием организации революционной борьбы. Но для того, чтобы рабочий класс мог использовать достижения науки, необходима реорганизация научного знания. Задача «пролетарской науки» состоит в преодолении лишней специализации, в объединении разрозненного научного знания в одно организованное целое. Рождению «пролетарской науки» содействует популяризация научного знания. «Научно обученный» рабочий сможет более эффективно участвовать в производственном процессе.

⁹³ Богданов А.А. Социализм науки. – М., 1918. – С. 36.

В 1921 году по замыслу Ленина организовали Центральный Институт Труда, создававший научные основы управления трудом. Вдохновителем проекта был революционер, большевик и синдикалист, поэт и писатель Алексей Капитонович Гастев. В институте изучались психологические и физиологические условия эффективной организации труда. Например, разрабатывались основы «культуры труда», предполагавшие оптимальное расположение инструментов, и правила «культурных условностей», регулирующие взаимоотношения в трудовом коллективе.

Примерами самоорганизации являются Комиссия по истории знания и Историко-методологическое общество. В 1921 году, по предложению академика В.И. Вернадского, при Академии Наук была создана Комиссия по истории науки. С 1922 года она стала называться Комиссией по истории знаний. Первоочередной задачей стала подготовка очерков по истории отдельных отраслей науки. Изучалась история знаний древности и Средневековья, связанных с физикой, математикой, химией, этнографией и медициной. В октябре 1930 года Комиссию возглавил Н.И. Бухарин, который на её базе основал Институт истории науки и техники.

В 1928 году по инициативе учёного-химика, директора Естественно-научного института им. П.Ф. Лесгафта, бывшего народовольца Н.А. Морозова было основано Историко-методологическое общество. Освободившись в 1905 году от долгого заточения в Шлиссельбургской крепости, Морозов отошёл от революционной борьбы. Он решил, что общественное развитие возможно только через распространение науки. Созданное им общество изучало историю, методологию и педагогику точных наук и техники; пропагандировало достижения науки посредством лекций и книг; объединяло людей, желавших популяризировать науку в обществе; сотрудничало с учреждениями, разрабатывающими вопросы марксистской методологии. Официального разрешения на деятельность общества не было, но союзники Морозова работали самостоятельно.

Образцом кооперации естествоиспытателей, философов и идеологов был журнал «Социалистическая реконструкция и наука» (1931–36). Была ли СОРЕНА идеологическим или отчасти научным проектом? Журнал был спроектирован как глашатай партии в научном сообществе – его идеологический мотив был очевиден. Первый выпуск провозгласил, что большевистская партия является главной мыслящей силой пролетариата и основным рычагом социалистического переворота, она ведёт *«широкие массы на бой за овладение наукой и техникой»*. При растущей специализации науки и техники появилась необходимость всеохватывающего издания. Были заявлены задачи журнала: *«1. Он должен дать вводные руководящие статьи, связывающие всю научную и научно-техническую работу с задачами технико-экономических планов социалистической реконструкции и общеполитическими задачами пролетариата на основе директив партии и её ЦК. 2. Он должен давать теоретические статьи по важнейшим дисциплинам, выделяя главные проблемы и проблемы наиболее актуального порядка и тщательно следя за достижениями заграничной научной мысли. 3. Он должен давать теоретические статьи по всем важнейшим техническим проблемам, опять-таки выделяя основное и наиболее актуальное и освещая все важнейшие технические достижения. 4. Он должен разрабатывать вопросы научно-исследовательской политики и политики, связанной с проблемами техники (вопросы о научно-исследовательском и техническом риске, техническом активе и т.д.). 5. Он должен ставить вопросы организации научно-исследовательского и технического труда (децентрализация научно-исследовательских учреждений, приближение к месту производства, принцип комбинирования и т.д. и т.п.). 6. Он должен давать информационную хронику заграничной и советской науки и техники, освещать жизнь соответствующих учреждений и т.п., делая всё время упор не на формальную сторону этой жизни, а на её материальное существо. 7. Он должен давать систематические обзоры достижений науки и техники по проблемам. 8. Он должен организовать соответствующий библиографический отдел»⁹⁴.*

⁹⁴ От редакции // Социалистическая реконструкция и наука. – 1931. – № 1. – С. 3.

Видим, что только первая и отчасти четвёртая задачи идеологически мотивированны, а остальные состояли в информационно-коммуникативном обеспечении научного сообщества.

Журнал имел рубрики: проблемно-тематических статей, обзоров и рефератов, работ научно-исследовательских институтов СССР, библиографию, хронику научных событий за рубежом и в СССР, документы и постановления. Главный редактор Н.И. Бухарин привлёк известных учёных. Авторами были академики – Н.И. Вавилов, В.И. Вернадский, И.М. Губкин, А.Ф. Иоффе, В.Ф. Миткевич, Н.Н. Семёнов, С.Г. Струмилин, А.Е. Ферсман, профессора – Б.П. Вейнберг, Н.Д. Зелинский, А.И. Опарин, А.Н. Фрумкин, и др. Они разъясняли проблемы планирования науки, развития геохимии, электрохимии, материаловедения, указывали потребности промышленности. Организаторы науки, стремясь к стратегическому руководству, через журнал объясняли государственную научную политику. СОРЕНА синтезировала личную инициативу учёных с государственным заказом. Проект связал идеологию и науку, обретя специфическую индивидуальность, определившую его значение для отечественного науковедения.

**ОПОРНЫЕ КОНСПЕКТЫ К КУРСУ
«ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЛОСОФИИ НАУКИ»**

Познание – процесс приобретения информации и развития знания о чём-либо.

Субъект познания – это исследователь, имеющий убеждения и методологические средства, нацеленный на поиск сведений об изучаемом объекте.

Фрагмент бытия, подвергающийся исследованию, есть **объект познания**.

Цель познания заключается в получении истинного знания.

Стадии овладения информацией

Информация	Знание	Навык
Система знаков, образующих идеальное сообщение, уменьшающее или исключающее неопределённость при выборе одной из возможных альтернатив	Информация, носителем которой может выступать коллективный субъект и отдельная личность*	Усвоенные приёмы деятельности, позволяющие алгоритмически решать стандартные проблемы, формируются в результате осознания и применения знаний

* Для коллективного субъекта знание – это сведения об исследуемом объекте, отношениях, а также свёрнутая схема деятельности и общения, полученные в процессе коллективного познания. Для личности знание – это сведения, полученные как из коллективного, так и индивидуально опыта, представляющие осмысленные убеждения об исследуемых объектах и отношениях, как он полагает, истинные и рационально аргументированные.

Знание представляется в виде суждений и умозаключений.

Суждение – это форма понятийного мышления, в которой нечто либо утверждается, либо отрицается.

Виды суждений

	Описательные	Оценочные	Нормативные
В чём заключается?	Описывают состояние дел и событий в действительности	Оценивают соответствие действий общепринятым моральным и эстетическим ценностям	Устанавливают или предписывают определённый порядок действий и поведение людей
Что характеризуется?	Соответствие действительности: <i>истинные, ложные, неопределённые</i>	Соответствия системе ценностей: <i>хорошо, плохо, безразлично; лучше, хуже, равноценно</i>	Соответствия системе норм: <i>обязательно, разрешено, запрещено</i>

Умозаключение – форма мышления, в которой из исходных суждений (посылок), выводится новое суждение (вывод).

Степени обоснованности умозаключений

	Демонстративные	Недемонстративные	
Истинность заключения	Истинность посылок обеспечивает получение истинного заключения	Истинность посылок не гарантирует истинности заключения	
Новизна информации	Информация заключения составляет часть совокупной информации посылок	При переходе от посылок к заключению имеется приращение информации	
Виды умозаключений	Дедуктивные умозаключения	<i>Достоверные умозаключения</i>	<i>Правдоподобные умозаключения</i>
		полная индукция, строгая аналогия	неполная индукция, нестрогая аналогия, статистические выводы
Область применения	Математика и логика	Естественные науки (физика, химия, биология) и социо-гуманитарные науки (история, социология, политология)	

Рассуждение – это последовательность умозаключений с использованием понятий, логических операций и соблюдением

правил мышления. Всё, о чём мы мыслим, есть или вещь, или свойство, или отношение. Вещи имеют относительно постоянную форму. У них есть определённые отличающие свойства, они могут совершать действия и быть в известном состоянии. Вещи находятся в пространственных, временных и причинных отношениях друг с другом.

Виды рассуждений

	Определение	Структура	Применение
Дедукция	Информация, выраженная в посылках (A_1, \dots, A_n), содержит в качестве своей части информацию, выраженную в заключении (B)	$A_1, \dots, A_n \models B$	Извлекает сведения из посылок, представив их в явной форме. Не даёт принципиально нового знания. Полезна при анализе известной информации
Индукция	Если информация, содержащаяся в его посылках (A_1, \dots, A_n) верна, то правдоподобно, что верно и заключение (B)	$A_1, \dots, A_n \approx B$	Позволяет делать выводы обо всём классе на основании наблюдения части класса, при отсутствии противоречащего случая
Аналогия	Из сходства некоторых признаков предметов делается вывод о сходстве их иных признаков	a есть (не есть) P, Q, R, S b есть (не есть) P, Q, R b есть (не есть) S	Позволяет сравнивать предметы, исходя из наличия или отсутствия у них определённых свойств
Абдукция	Поиск правдоподобных объяснительных гипотез	Наблюдается явление P . P было бы объяснено, если была бы истинной гипотеза H . Следовательно, обоснованно предполагать, что H истинна	Устанавливает регулярности, предполагает связи, выражаемые в виде предварительной закономерности, которая затем многократно проверяется и уточняется

Эмоционально-психологические состояния познающего субъекта

Знание	Незнание	Сомнение	Вера
Относительно осмысленные сведения и убеждения об исследуемых объектах и отношениях, оцениваемые их носителем как истинные и доказанные	Отсутствие сведений об объекте и отношениях	Состояние затруднения и невозможности сделать аргументированное, обоснованное заключение о чём-либо	Убежденность в истинности сведений без возможности либо в данный момент, либо в принципе представить достаточные доказательства

Оценка знания

Истинное	Ложное
Знание, соответствующее объекту, закреплённое в виде описательных, определённых, правильно выраженных утверждений, не противоречащее ранее установленным доказанным утверждениям; принятое как достаточно обоснованное и полезное экспертному сообществу	Знание не соответствующее объекту, либо искажённо представляющее его сущность, либо противоречащее ранее установленным обоснованным и принятым экспертным сообществом фактам и представлениям

Для обоснования какого-либо утверждения используются доказательства.

Доказательство – это любая процедура обоснования истинности тезиса, включающая как дедуктивные, так и индуктивные рассуждения, и ссылки на связь доказываемого положения с фактами и наблюдениями.

Способы обоснований знания

Эмпирическое обоснование		Теоретическое обоснование
Прямое подтверждение	Косвенное подтверждение	
Непосредственное наблюдение тех явлений, о которых говорится в проверяемом утверждении	Подтверждение в опыте логических следствий обосновываемого положения	Выведение предположения из более общих положений

Надёжным и универсальным способом подтверждения всех видов обоснования является, после выведения логических следствий, их опытная проверка. Подтверждение следствий оценивается как свидетельство в пользу достоверности обосновываемых положений.

Осознание невозможности достижения полноты знания в отношении исследуемого объекта, репрезентативности познавательных актов (использование посредников в виде моделей, символов и знаков), конструктивности создаваемых и используемых в познании понятий, идеализированных объектов и гипотез способствовало появлению «шкалы оценки» обоснованности знания.

Оценка обоснованности знания

Доказанное	Достоверное	Вероятное	Правдоподобное
Знание, полученное либо путём приведения утверждений, истинность которых уже известна и из которых с необходимостью вытекает первое; либо путём демонстрации объектов и подтверждающих их фактов	Знание, опирающееся на достаточные основания. Достаточной базой для обоснования знания является то, что оно получено с помощью методов, принятых в науке в данное время	Это оценка достоверности знания, основано на выявлении степени возможности осуществления описываемого события, процесса и явления, а также установлении силы приведённых аргументов	Знание соответствует критериям объективности, универсальности, обоснованности. Имеющиеся посылки достаточны для формулирования убедительного заключения. Это не гарантирует, что знание достоверно, а только возможность этого

Истина – это категория, позволяющая оценить качество знания, которое соответствует реальному положению дел и адекватно представляет предмет и отношение, о которых делается умозаключение. Предположение, что эти сведения соответствуют реальному положению дел, вытекает из фактов, полученных в результате опыта, и сделанных на их основании непротиворечивых логических умозаключений, а так же из возможности практического применения знания, с получением желаемого результата.

В коллективном познании сведения фиксируются как истинные с согласия (конвенции) экспертного сообщества по этому поводу.

До конца XIX века в эпистемологии преобладала корреспондентская или классическая концепция истины. Под влиянием революционных преобразований в естественных науках учёные, рассуждая о критериях оценки научного знания, сформировали конвенциональную, когерентную, прагматическую и семантическую концепции истины.

Концепции истины

	Представители	Суть	Критерии истинности
<i>Классическая</i>	Платон Аристотель К. Маркс	Истинное знание соответствует своему предмету, адекватно отражает его	Ясность, внутренняя непротиворечивость суждений, согласованность их с фактами
<i>Конвенциональная</i>	А. Пуанкаре Р. Карнап	Истинное знание – результат соглашения между учёными-экспертами, принятое ради привычности и удобства	Самоочевидность, простота, эвристичность, максимальная эквивалентность
<i>Когерентная</i>	П. Дюгейм У. Куайн	Регулярное согласие выдвинутых положений с принятыми ранее утверждениями и оцениваемыми как истинные	Общезначимость, непротиворечивость
<i>Прагматическая</i>	У. Джеймс Д. Дьюи	Знание полезное, способствующее достижению определённых целей	Эвристичность, полезность
<i>Семантическая</i>	А. Тарский К. Поппер	Истина – это свойство осмысленных предложений, которым они могут обладать или не обладать	Материальная адекватность, формальная непротиворечивость

Наука – это особый вид познавательной деятельности, направленный на получение систематического, упорядоченного, обос-

нованного, объективно-истинного знания о сущности предмета изучения. Наука оперирует абстракциями и идеализациями, что в известной степени определяет характер видения объекта познания.

Функции науки

Когнитивные	Социальные	
	первичные	вторичные
Закключаются в установлении закономерностей устройства мира и общества и их объяснении	Обусловлены социальным заказом (технико-технологические задачи, укрепление обороны)	Связаны с потребностями самой науки, как социального института, и обеспечением её воспроизводства

Значимость науки как фактора прогресса общества, его сложность и противоречивость, породили две противоположные позиции в его оценке – сциентизм и антисциентизм.

Установки сциентизма и антисциентизма

Отношение	Сциентизм	Антисциентизм
К научным новациям	Приветствует	Испытывает предубеждение
К научным знаниям	Считает высшей ценностью	Критикует
К оценке полезности науки	Наука полезна, т.к. есть средство прогресса общества как технического, так и нравственного	Наука вредна, т.к. человек не становится счастливее, а научные достижения стали источником опасности
К распространению научного знания	Стремятся «онаучить» всё общество, чтобы жизнь стала организованной, управляемой и успешной	Препятствуют этому, полагая, что научное знание не несёт истины и полезности
Сторонники	Д. Бернал, Г. Моравк, В.Л. Гинзбург	Ж.-П. Сартр, Б. Рассел, Г. Маркузе

Научное знание – знание, получаемое и фиксируемое специфическими научными методами и средствами (абстрагирование, анализ, синтез, вывод, доказательство, идеализация, систематическое наблюдение, эксперимент, классификация, интерпре-

тация, сформировавшийся в той или иной науке или области исследования её особый язык).

Критерии научности – это признаки, по которым оценивается соответствие или несоответствие знания обобщённым гносеологическим и методологическим представлениям о стандартах и образцах научного исследования. Они обуславливают качественную определённость тех оснований, с позиций которых научное сообщество оценивает знание как «научное».

Неизменные стандарты научности: истинность (объективность и достоверность), критицизм, логическая обоснованность (доказательность) и опытная обоснованность (оправданность).

Признаки научности

Логические	Эмпирические	Экстралогические и внеэмпирические
«Непротиворечивость», «полнота», «независимость», характеризующие знание с позиций формальной адекватности, стройности, совершенства внутренней организации	«Опытная оправдываемость», предполагающая принципиальную эмпирическую проверяемость системы знания	Простота, красота, эвристичность, когерентная обоснованность, оптимальность – выявляют предпочтительность теорий

Результаты научного исследования должны быть новы, истинны, воспроизводимы и эвристичны (порождать новый круг проблем). Процедура доказательства и обоснования является обязательной репрезентативной формой, в которой результаты исследования представляются научному сообществу, так чтобы каждый член сообщества мог их проверить. Вненаучное знание чаще всего не соответствует этим требованиям или же предмет исследования вненаучного знания не относится к традиционно исследуемым научными дисциплинами.

Современное науковедение по предмету и методу познания выделяет: математику, естествознание, технические и социо-гуманитарные науки.

Вненаучное знание

Виды	Характеристика
Донаучное	Выступает прототипом, предпосылочной базой научного знания. Позволяет лишь констатировать и поверхностно описывать состояния предметов, вещей, фиксировать некоторые факты (алхимия, астрология)
Паранаучное	Несовместимо с имеющимся гносеологическим стандартом научного знания. Исследует сомнительный, с точки зрения современной науки, класс явлений, не имеющий опытно выявляемого и систематически наблюдаемого характера. Например: ясновидение, телекинез, полтергейст
Псевдонаучное	Представляет собой ошибочное знание. Особенностью псевдонаучных знаний является то, что они не обладают систематичностью, воспроизводимостью, доказательностью (современная астрология, хиромантия, нумерология)
Квазинаучное	Отличает соединение идеологии и научной концепции, возникает как результат проникновения идеологии в науку (идеологизации). Исторические примеры: евгенические исследования нацистов, лысенковщина
Девиантная наука	Знания о явлениях, которые не вписываются в данный момент в господствующую картину мира, которое с течением времени может стать научным знанием. Исследования ведут учёные, по тем или иным причинам выбирающие весьма расходящиеся с общепринятыми представлениями методы и объекты исследования

Формы научного знания

	Математика	Естествознание	Социогуманитарные науки
Определение	Совокупность дедуктивных теорий (арифметика, алгебра, геометрия), отображающих фиксированные объектные области (чисел, функций, пространств)	Состоит из дисциплин, занимающихся исследованием материи, описывающих формы, механизмы, структуры, условия её существования	Дисциплины в качестве объекта изучают человека в его социальных отношениях и продукты человеческой деятельности

	Математика	Естествознание	Социогуманитарные науки
Структура науки	«Чистая» математика включает абстрактные теории, функционирующие как концептуальный аппарат математики (анализ, алгебра), средство обоснования математических теорий (теория множеств, метаматематика). «Прикладная» математика образует фундамент вычислительной математики, робототехники, программирования	Естествознание состоит из описательных и объяснительных теорий	Состоит из описательных теорий. Социальные аспекты жизни человека изучают: политэкономия, политика, право, религиоведение, этика. Деятельность человека в исторической проекции исследуют: история, культурология, социальная и культурная антропология
Взаимодействие с реальностью	Изучает формальные отношения определённых классов множеств, абстрагируясь от их фактической природы. Анализирует онтологически неспецифицированные системы, изучает абстрактные структуры, для определения которых задают отношения, и постулируют, что эти отношения удовлетворяют некоторым условиям	Присутствует непосредственная соотнесённость с определённым фрагментом действительности. Исследуют материальные отношения объектов конкретных предметных областей. Теории создаются последовательным сбором, систематизацией данных, их теоретизацией	Имеет «включённый» контакт в исследуемую реальность. Создание теории, может происходить: через последовательность сбора, систематизации данных, их теоретизации; через создание типов, моделей, на основании которых исследуется историко-культурная реальность
Язык науки	Состоит из символов, правил построения формул, логических связей высказываний	В большинстве естественнонаучных дисциплин понятийный аппарат отличается определённой, символической и концептуальной метафоричностью	Понятийный фонд общественнонаучного содержания относительно определён, относительно точен, метафоричен

	Математика	Естествознание	Социогуманитарные науки
Критерии доказательности	Логическая непротиворечивость и выводимость из аксиом	Опытная верифицируемость и когерентность при проверке новых теорий	«Глубина понимания», которая проявляется в историзме, реалистичности оценки гуманитарного материала

Каждая такая группа наук может быть подвергнута большему раздроблению. В состав естественных наук входят механика, физика, химия, биология и другие, каждая из которых подразделяется на ряд научных дисциплин – физическая химия, биофизика и т.п. Могут быть и другие критерии для классификации наук.

Идеал научности – система познавательных ценностей и норм, выбор, статус и интерпретация которых зависят от познавательного и социокультурного контекста. Содержание идеала научности составляют характеристики научного знания: описания и объяснения, построения и организации знаний, доказательности и обоснования.

Формы идеала научности

	Когнитивные ценности	Способы достижения	Оценка знания
Математический	Логическая ясность, строгость, непреложность выводов	Дедуктивное рассуждение, логический вывод из основных посылок (аксиом)	Истинное, доказанное
Физический	Эмпирическая база, эвристичность, возможность предвидеть новые факты и явления	Индуктивное, гипотетикодедуктивное, рассуждение по аналогии	Доказанное, вероятное, правдоподобное.
Гуманитарный	Понимание и прояснение мотивов субъектов истории, полнота реконструкции событий	Дедуктивно-нормативное, телеологическое рассуждение	Вероятное, правдоподобное

Идеалы и нормы научной деятельности

Требования к научному продукту. Нормы-идеалы			Требования к учёному и его деятель- ности
<i>Истинность</i>	<i>Новизна</i>	<i>Полезность</i>	<i>Компетентность, профессионализм</i>
Функциональные нормы			
Доказательность Аргументиро- ванность Обоснованность	Оригинальность Нетривиальность	Эвристичность Полезность	Объективность, незаинтересо- ванность, уни- версализм, орга- низованный скептицизм
Антинормы			
Ложь, подлог, ошибка	Плагиат, тривиальность	Бесполезность, неприменимость	Пристрастность, догматизм

Наука развивается по своим закономерностям, обладая относительной независимостью и внутренней логикой.

Сохранение и приращение научного знания

	Традиция	Новация
Определение	Социокогнитивная схема накопления, сохранения и передачи научного опыта	Изменение знания, получение нового знания
Функция	Регулятивная, нормативно-эвристическая функции, ориентирует исследователя на стандартные идеалы и нормы научной работы	Приращения научного знания, открытие новых областей исследования
Структура	Образцы решения задач, алгоритмы, корпус знания, образующий базис дисциплинарной матрицы, нормы и идеалы научной деятельности	Концептуальные, методологические, технические и технологические новации

Закономерности развития науки

Закономерности	Наука как система знания	Наука как деятельность	Наука как социальный институт
Преемственность в развитии науки	Состоит из теорий, гипотез, законов и научных понятий, образующих «дисциплинарные матрицы»	Создаётся, транслируется, трансформируется	Научная школа, образовательная система, научно-исследовательская лаборатория, школа
Единство количественных и качественных изменений в науке	«Парадигмальные» открытия	Использование алгоритмов и методов «нормальной науки», ведёт к количественному приращению знания	Коммуникация внутри сформированного дисциплинарного сообщества
	«Непарадигмальные» открытия; научная революция – новая парадигма	«Революционные» открытия – преобразуют дисциплинарную матрицу	Создание нового дисциплинарного сообщества и средств коммуникации
Дифференциация и интеграция знания	Специализация методов	Специализация научного труда, междисциплинарные взаимодействия и коммуникация	Образование новых дисциплин и междисциплинарных исследовательских групп
	Методологический плюрализм		
Теоретизация науки	Увеличение сложности, абстрактности, формализации научного знания	Компьютеризация, распространение информационных технологий; переход от феноменологических к объяснительным теориям	Увеличение времени подготовки специалистов, увеличение значимости деятельности программистов
Ускорение развития науки	Возрастание темпов прироста знания, его объёмов	Интенсификация научной деятельности	Увеличение числа научных работников, их публикаций

Изучение развития научного знания предполагает ответы на вопросы: как происходит развитие науки и какие факторы влияют на ее развитие?

Подходы к пониманию развития науки

	Кумулятивисты	Некумулятивисты
Представители	Э. Мах, П. Дюгейм	Т. Кун
Концепция	Развитие знания происходит через постепенное добавление новых положений к накопленной сумме знаний	Парадигмы несоизмеримы, знание, накопленное предыдущей парадигмой, отбрасывается после её краха, а научные сообщества вытесняют друг друга

Э. Мах сформулировал «принцип непрерывности» в развитии научного знания: научные открытия включаются в непрерывный ряд развития. Основной закон в мышлении естествоиспытателя – распространение имеющегося способа понимания на новый круг фактов. Учёный должен выискивать в явлениях природы единообразие, должен уметь представить новые факты таким образом, чтобы они могли быть подведены под уже известные законы.

В понимании Т. Куна история науки должна быть, прежде всего, представлена в виде истории формирования и дальнейшей смены научных сообществ, школ, существующих в конкретных научных сообществах, и тех парадигм, общих систем научных идей, оценок, различного рода установок и тому подобных элементов, которые присущи отдельным научным сообществам и школам.

Историк науки должен ответить на ряд вопросов – как происходило открытие, в чём его суть, как оно было оценено? Реконструкция истории науки предполагает восстановление хронологической последовательности достижений различных научных дисциплин, воспроизведение хода научной полемики и рассуждений учёных, изучение социального и культурного контекста, в котором происходило научное познание.

Подходы к пониманию факторов, влияющих на развитие науки

	Интерналисты	Экстерналисты
Представители	А. Койре, Р. Холл, Дж. Агасси	Р. Мертон, Д. Бернал, А. Кромби, С. Лили
Концепция	Развитие научных идей об- ладаёт собственной логи- кой, не зависящей от воз- действия социального ок- ружения. Влияние общества только внешнее: может из- менить направление и тем- пы развития науки	Влияние социального запро- са, культурно-исторического контекста на тематику науч- ных исследований значи- тельно, так же как на выдви- жение научных проблем и динамику развития науки
Способ изу- чения исто- рии науки	«Объективизированно» – как независимую от субъек- та историю идей	«Персонализировано» – как деятельность учёного по производству знания, по- гружённую в контекст соци- альных, политических, рели- гиозных отношений

Метод презентизма говорит о прошлом на языке современно- сти. Историк науки, окружённый современной ему культу- рой, языком, идеями и научными представлениями, при ис- следовании интеллектуальной истории минувшего периода, намеренно или нет модернизирует смысл прошлых событий, прилагает понимание, выработанное позднее изучаемой эпо- хи, что может вести к неадекватному изображению фактов.

Антикваризм предполагает стремление исследователя вос- становить прошлое в его внутренней целостности и причинно- сти, без явных или неявных отсылок к современности.

Презентизм и антикваризм в исторической реконструкции должны дополнять друг друга: презентизм даёт понимание про- шлого с высоты современного багажа знаний, а антикваризм объяс- няет его на языке внутренней логики развития.

Философия науки⁹⁵ как раздел философии сложилась ко второй половине XX века. Но её проблемы были поставлены на столетие ранее в работах Дж. Милля, О. Конта, Г. Спенсера и У. Уэвелла, которые собирались привести научно-познавательную деятельность в соответствие с определённым методологическим идеалом.

Дисциплины, изучающие науку

Дисциплины	Область исследований
Философия науки	Изучает общие закономерности и тенденции научного познания как особой деятельности по производству научных знаний, взятых в их историческом развитии и рассматриваемых в исторически изменяющемся социокультурном контексте
Социология науки	Исследует взаимоотношения науки как социального института с социальной структурой общества, типологию поведения учёных в различных социальных системах, взаимодействие формальных и профессиональных неформальных сообществ учёных, динамику их групповых взаимодействий, а также конкретные социокультурные условия развития науки в различных типах общественного устройства
Науковедение	Разрабатывает теоретические основы политического и государственного регулирования науки, вырабатывает рекомендации по повышению эффективности научной деятельности, принципов организации, планирования и управления научным исследованием
Наукометрия	Оценивает динамику информационных массивов науки, потоков научной информации, ссылочного аппарата, роста научных кадров, финансовых затрат на науку

⁹⁵ Термин «философия науки» (Wissenschaftstheorie) появился в работе Е. Дюринга «Логика и философия науки» (Лейпциг, 1878). Он попытался построить философию науки как «не только преобразование, но и существенное расширения сферы логики». Дюринг не реализовал свои намерения, но понятие оказалось востребованным и вошло в активный словарь философов.

Формирование проблематики философии науки

Ученый	Суть концепции
Френсис Бэкон (1561–1626)	Научное познание природы возможно только на основе опыта, экспериментального метода исследования. Обосновал <i>индуктивный метод</i> , исследующий эмпирические факты, единичные и особые явления
Рене Декарт (1569–1650)	Основоположения науки должны быть безусловно достоверными, непосредственными, невыводимыми и самоочевидными. Опираясь на это, <i>дедуктивным методом</i> можно получить истинное знание. Идеалы науки — арифметика и геометрия, так как в них всё вытекает из простых и ясных принципов
Готфрид Лейбниц (1646–1716)	Предложил идею «чувственных понятий» (чувства образуют опору познания — смутное, приблизительное знание и представление о вероятном). Такое знание он отличал от истинного. <i>Истины разума</i> нуждаются в законах логики (например, законе тождества, или законе непротиворечия), и не только они. Всеобщие истины — основополагающие истины математики и логики — не могут быть выведены путём индукции из опыта. Они суть конструкции разума, его создания, но никак не произвольные, а подчиненные строгим логическим и математическим правилам анализа (расчленения на элементы), их синтеза, приведения к единству
Дэвид Юм (1711–1776)	Критически осмыслил границы применения научных методов. <i>Индуктивный вывод заслуживает критики, но мы обречены им пользоваться, и ничего другого нам не дано.</i> Демонстративно-дедуктивный вывод, напротив, отличается априорной достоверностью, поскольку имеет чисто аналитический характер и ни к чему, кроме математики, не применим. <i>Вопреки несовершенству индукции, следует накапливать опытные знания</i>
Иммануил Кант (1724–1804)	Осмыслил природу науки, обосновал возможность научного суждения и раскрыл всеобщие условия формирования научно-теоретического познания. Научное знание является творческим и синтетическим, но в то же время имеет всеобщее и необходимое значение. Оно есть знание об объекте и природе, и совокупности опыта. Не понятия заимствованы из опыта, а возможность опыта обусловлена категориями рассудка. Предметом познания науки является не предмет, существующий сам по себе («вещь в себе»), а опыт, совокупность чувственных представлений, которые, по существу, обусловлены активностью субъекта

Ученый	Суть концепции
Георг Гегель (1770–1831)	<p>Ограниченная и субъективная наука выступает конечной формой постижения абсолюта. В силу связи естествознания с рассудком, оно не способно постичь целостность, конкретность, противоречивость предмета. Естествознание охватывает только некоторый срез, конечный аспект воплощения духа и по этой причине не способно вполне познать живой, саморазвивающейся целостности</p>
Огюст Конт (1798–1857)	<p>Единственным источником подлинного знания является система частных наук, которые только и могут дать «общими усилиями» позитивный, т.е. положительный (фактический, несомненный) материал. «Наука – сама себе философия»; «метафизика» (т.е. философия) как учение о сущности явлений, об их началах и причинах должна быть устранена, а её место должна занять позитивная философия. Которая есть синтез, «совокупность общих научных положений» всего обширного положительного естественно-научного и социального материала</p>
Джон Милль (1806–1873)	<p>В книге «Система логики силлогистической и индуктивной» (1843) изложил идеи о природе логики как теории доказательства. Психология устанавливает законы, по которым в нашем духе возникают и группируются чувства, представления и идеи, а логика должна установить ясные и несомненные правила для различения истины и лжи, верных умозаключений и неверных. Критерием истины является опыт. Истинное умозаключение должно строго согласоваться с объективной реальностью, с фактами. Сформулировал принцип научного объяснения фактов посредством дедуктивного вывода из имеющихся законов, выражающих причинно-следственные зависимости</p>
Вильям Уэвелл (1794–1866)	<p>Наука – это достоверное знание о природе и процесс получения этого знания. В любом акте мышления обязательно присутствуют два момента – идеи и факты. Чтобы получить достоверное знание, надо чётко понимаемые идеи прилагать к ясным и определённым фактам. Науки подразделяются на дедуктивные и индуктивные. В дедуктивных (доказательных) науках излагая определения и аксиомы, которые используются в доказательствах, мы излагаем тем самым весь базис, на котором основывается доказательство. Процесс рассуждения строится на комбинировании и преобразовании заданных определений и аксиом. Дедуктивные науки применимы к объектам любого рода и выводятся без какого-либо обращения к наблюдению, без всяких ссылок на материальные фе-</p>

Ученый	Суть концепции
	<p>номены. Истины дедуктивных наук – это истины необходимые, они извлекаются из мыслей и не относятся к опыту. Дедуктивные науки (геометрия, теоретическая арифметика, алгебра) образуются исключительно из идей пространства, времени и числа. Комбинирование первоначальных принципов происходит в соответствии с формами и правилами логики. <i>Индуктивные науки</i> всегда относятся к некоторой группе внешних объектов и состоят из общих отношений, налагаемых на эту группу объектов теми или иными идеями, а также из частных законов, которые имеют силу для объектов и событий данного класса. Эти законы получаются на основе фундаментальных идей каждой науки и опыта</p>
<p>Карл Маркс (1818–1883)</p>	<p>Наука – это специфическая, самостоятельная форма деятельности: <i>«всеобщим трудом является всякий научный труд, всякое открытие, всякое изобретение. Он обуславливается частью кооперацией современников, частью использованием труда предшественников»</i>. Специфика научных объектов в том, что при обязательной материализации (в приборах, схемах, формулах и т.п.) они являются идеальными объектами, результатами предшествующей идеализирующей деятельности человека и человечества</p>

Философия науки в XX веке

Период	Представители	Проблемы
<p>Первая треть XX века</p>	<p>Э. Мах, А. Пуанкаре, А. Эйнштейн, Н. Бор</p>	<p>Осмысливали особенности научного познания</p>
<p>Вторая треть XX века</p>	<p>М. Шлик, Р. Карнап, А. Тарский, К. Поппер</p>	<p>Анализировали язык науки, занимались демаркацией научного и ненаучного знания, изучали логику научного исследования</p>
<p>1960-е годы</p>	<p>М. Полани, С. Тулмин, Т. Кун, И. Лакатос, П. Фейерабенд</p>	<p>Изучали факторы приращения научного знания. Создали кумулятивистские, эволюционистские модели развития науки</p>
<p>1970–80-е годы</p>	<p>Р. Мертон, С. Коул, Н. Строрер</p>	<p>Анализировали реальную деятельность учёных, реализующих универсальные нормы этоса науки, изучали конкретные стандарты поведения, обусловленные консенсусом между различными представителями исследовательских групп</p>

Период	Представители	Проблемы
1980–90-е годы	Д. Блур, Б. Барнс, М. Малкей	Распространяли социологическое объяснение норм науки и форм поведения учёных на содержание научного знания в любых формах. Деятельность учёных представляли как конструирование различных объяснений реальности, для чего используются имеющиеся в обществе языковые, символические и культурные ресурсы

В ходе исследования проблем философии и истории науки в эпистемологии сформировались два подхода: прескриптивный (нормативистская концепция науки) и дескриптивный подход (описательная концепция науки).

Подходы в современной философии науки

Подходы		Идеи	Представители
Прескриптивный	Логицистский вариант	Предполагает перестройку научного мышления в соответствии с теми или иными стандартами и критериями	К. Гемпель, Г. Бергман, Р. Карнап, Г. Фейгль
	Историцистский вариант	Строится на анализе истории науки как системы нормативно значимых выводов из неё. Тематический анализ истории науки	Дж. Холтон
Дескриптивный	Критический рационализм	Предлагает фальсификационистские модели и методологии исследовательских программ	Дж. Агасси, К. Поппер, И. Лакатос, П. Фейерабенд
	Историческая школа	Изучает историческую эволюцию научных традиций и реконструирует содержательные механизмы научных революций. Учитывают внутринаучные и социальные факторы развития	Т. Кун, С. Тулмин, М. Полани
	Когнитивная социология науки	Исследует конкретные эпизоды истории науки, используя методы социологии и антропологии научного знания	Д. Бернал, Б. Барнс, Д. Блур, Л. Флек, И. Элкана

В XX веке в философии науки наибольшее распространение имели конвенциональное и позитивистское направления.

Конвенционализм сформировался на рубеже XIX–XX веков и стал одним из наиболее влиятельных умонастроений в среде математиков и естествоиспытателей. Его основоположником считают *Анри Пуанкаре* (1854–1912) – французского математика, физика и философа науки. Конвенционализм (от лат. *conventio* – соглашение) – направление, утверждающее в качестве основы научных теорий соглашения-конвенции между учёными. Конвенции принимаются из соображений удобства и простоты и не связаны непосредственно с критериями истинности. Свою концепцию Пуанкаре изложил в книгах «Наука и гипотеза» (1902) и «Ценность науки» (1905).

Наука есть набор правил действий, которые оказываются успешными, в то время как противоположные правила успешны в меньшей мере. Некоторые начала науки следует понимать как конвенции, с помощью которых учёные выбирают конкретное теоретическое описание физических явлений среди ряда различных одинаково возможных описаний. Особое значение имеют гипотезы. Некоторые гипотезы допускают проверку и подтверждение опытом, становятся плодотворными истинами; другие, не приводя к ошибкам, могут быть полезными, фиксируя мысль. Кроме того, есть гипотезы, только кажущиеся таковыми, но сводящиеся к определённым или замаскированным соглашениям. *«Здесь наш ум может утверждать, так как он здесь предписывает; но его предписания налагаются на нашу науку, которая без них была бы невозможна, они не налагаются на природу».* Эти предписания не произвольны, иначе они были бы бесплодны. Опыт представляет свободный выбор, но при этом он руководит исследователем, помогая выбрать путь более удобный. Конвенции условны, но не произвольны.

Развитие позитивистской проблематики в XX веке

Период	Цель	Ключевые идеи
<p>Эмпириокритицизм (рубеж XIX–XX вв.)</p> <p>Р. Авенариус (1843–1896), Э. Мах (1838–1916)</p>	<p>Задача состоит не в построении всеобъемлющей системы научного знания, а в <i>создании теории научного знания</i></p>	<p>Цель науки в том, чтобы изобразить факты в идеях для устранения практической или интеллектуальной неудовлетворённости. Наука возникает как процесс адаптации идей к определённой сфере опыта. Всякое познание есть психическое переживание, биологически полезное для человека. Задача науки – искать постоянство в естественных явлениях, способ их связи и взаимозависимости. Ясное и полное научное описание делает лишним повторный опыт, <i>экономит</i>, тем самым, на <i>мышлении</i></p>
<p>Логический позитивизм (1920–1940-е годы)</p> <p>М. Шлик (1882–1936)</p> <p>Р. Карнап (1891–1970)</p>	<p>Логический анализ научных высказываний и обобщений. <i>Перестройка языка науки таким образом, чтобы он был лишён неточности, присущей языку метафизики.</i></p> <p>Предметом обсуждения были вопросы о роли знаково-символических средств научного мышления, отношения теоретического аппарата и эмпирического базиса науки, природы и функций математизации и формализации знания</p>	<p>Всякая наука есть система познавательных предложений, т.е. истинных утверждений опыта. И все науки в целом, включая и утверждения обыденной жизни, есть система познания. Наука и философия связаны, потому что философия предполагает прояснение фундаментальных базисных понятий, установления смысла утверждений.</p> <p><i>Протокольные предложения – исходный пункт научного исследования.</i> Процесс познания представляет собой фиксирование протокольных предложений и последующую их обработку с помощью теоретического аппарата науки. Для проверки научного знания применялся <i>принцип верификации</i>. Согласно ему, <i>всякое научно осмысленное утверждение может быть сведено к совокупности протокольных предложений, фиксирующих данные «чистого опыта» и выступающих в качестве функции истинности элементарных утверждений исчисления высказываний</i></p>

Период	Цель	Ключевые идеи
<p data-bbox="220 253 399 409">Постпозитивизм (1950–1990-е годы)</p> <p data-bbox="225 465 394 544">Т. Кун (1922–1996)</p> <p data-bbox="225 607 394 685">И. Лакатос (1922–1974)</p>	<p data-bbox="443 253 778 365">Исследование науки как целостной, динамической системы</p>	<p data-bbox="807 253 1385 1518">Куновская модель развития науки предполагает период господства принятой парадигмы – этап «нормальной науки», и в период распада парадигмы – «научной революции». <i>Структура дисциплинарной матрицы</i> включает: «символические обобщения» (выражения, имеющие формальный характер, используемые членами научной группы без сомнений и разногласий); необходимые предписания (или метафизические части парадигмы – общенаучные предписания, убеждения в специфических онтологических и категориальных моделях и предпочтительные аналогии и метафоры); ценности, признанные в рамках данной дисциплины (касающиеся точности и качества предсказаний, требования простоты, логичности, обоснованности теории); парадигмы (образцы конкретных решений проблем, с которыми сталкиваются студенты и которые в научной практике дополняются техническими решениями проблем). Единство в дисциплинарных сообществах возникает благодаря общности ценностей и «образцов» решения проблем.</p> <p data-bbox="807 1536 1385 1975">Лакатос представил научную программу как основную единицу развития научного знания. Развитие науки представляет собой смену конкурирующих исследовательских программ. Исследовательская программа — это совокупность и последовательность теорий, связанных непрерывно развивающимся основанием, общностью основополагающих идей и принципов</p>

Эпистемологические идеи 1930–70-х гг.

Философ науки	Идеи
К. Гемпель (1905-1997)	<p>Научное исследование не только обобщает определённые события в мире нашего опыта: оно пытается выявить регулярности в течении этих событий и установить общие законы, которые могут быть использованы для предсказания и объяснения.</p> <p>Проанализировал процедуру объяснения на основе «дедуктивной модели». Событие объясняется, когда утверждение, описывающее его, выводится из общих законов и утверждений, описывающих предшествующие условия; общий закон является объясняющим, если он выводится из более исчерпывающего закона.</p> <p><i>Научное объяснение включает в себя следующие элементы: а) эмпирическую проверку предложений, говорящих об определённых условиях; б) эмпирическую проверку универсальных гипотез, на которых основывается объяснение; в) исследование логической убедительности объяснения.</i> Предсказание сообщает о некотором будущем событии. Здесь даны исходные условия, а следствие ещё не наступило, но должно быть установлено</p>
К. Гёдель (1906–1978)	<p><i>Доказал неполноту достаточно богатых непротиворечивых формальных систем. В них имеются правильно построенные предложения, которые в рамках этих систем не могут быть ни доказаны, ни опровергнуты.</i> Его работы подорвали убеждённость позитивистов в том, что научное знание после соответствующего очищения предстанет в виде единой унифицированной модели, изложенной средствами научного языка. В 1931 г. Гёдель доказал <i>теорему о неполноте: если богатая содержанием формальная система непротиворечива, то она неполна.</i> Вторая его теорема утверждает: если формальная система непротиворечива, то невозможно доказать её непротиворечивость средствами этой системы. Эти выводы обосновывают принципиальную невозможность полной формализации научного знания</p>
К. Поппер (1902–1994)	<p>Наука строится из фактуальных суждений, которые могут быть истинными или ложными; а ненаучные концепции (религиозные, идейно-политические и т.п.) могут включать предложения оценочные, обязывающие или императивные (повелительные, побудительные), которые не являются суждениями. Такие высказывания не всегда можно квалифицировать как истинные или ложные; а утверждения вида «бог существует» и т.п. невозможно ни доказать, ни представить опровержимыми в силу их «запредельности» в от-</p>

Философ науки	Идеи
	<p>ношении к опыту. <i>Фальсифицируемость</i> (потенциальная опровержимость) является необходимым признаком научных утверждений.</p> <p>Принцип <i>фаллибилизма</i> – всякая теория содержит существенные ошибки. Поэтому у исторически разных фаз науки нет внутреннего единства; их объединяет сам процесс превращения одной формы знания в другую, не подчинённый общим закономерностям</p>
М. Полани (1891–1976)	<p>Показал, что смысл научных положений зависит от неявного контекста скрытого знания, «знания как», имеющего в своих глубинных основах инструментальный характер.</p> <p><i>Личностное знание</i> – это вклад конкретного познающего, который складывается из: знания, основанного на переживаниях и жизненных впечатлениях (трудно поддаётся трансляции и социализации); из знания об объекте, выражающегося в индивидуальных умениях и навыках работы с ним и информации, которая является результатом рефлексии о правилах действия с изучаемых объектом (может быть адекватно транслирована)</p>
Д. Холтон (р. 1922)	<p><i>Тематический анализ науки</i> выявил инвариантные структуры, воспроизводимые даже в революционных изменениях. Темы (эволюция/регресс, редукционизм/холизм) включают в себя понятия, гипотезы, методологии, представляющие собой неявные предпосылки, эвристические правила, определяющие постановку вопроса, программу исследований, способ решения фундаментальных проблем, основу «квазиэстетических» суждений, а также выражают личную оценку, индивидуальное предпочтение, отдаваемое учёным той или иной гипотезе, проблеме, теории</p>
С. Тулмин (1922–2009)	<p>Сформулировал <i>эволюционную программу исследования науки на основе идеи функционирования «стандартов рациональности и понимания»</i>. Прогресс науки и рост человеческого знания в углублении понимания. Основным элементом понимания являются понятия. Необходимо объяснить рост понятий и процесс их усвоения. Понимание – это соответствие утверждений принятым стандартам. <i>Рациональность означает соответствие исторически обусловленным нормативам оценки и отбора научных теорий</i>. Стандарты рациональности относительно и меняются вместе с изменением «<i>идеалов естественного порядка</i>». Эволюция научных теорий – это непрерывный отбор концептуальных новшеств. Теории рассматриваются как «<i>популяции понятий</i>». Они подвержены выживаемости, т.е. процессам сохранения и мутации (инновациям)</p>

Философ науки	Идеи
П. Фейерабенд (1924–1994)	<i>Эпистемологический анархизм</i> – отказ от всяких научных регулятивов. Любой метод практически бесполезен, теории побеждают не превосходством в объяснении, а только благодаря пропагандистской активности сторонников. В науке происходит <i>пролиферация теорий</i> : появляется много несовместимых теорий, конкуренция которых способствует развитию науки. Наука это одна из форм идеологии, поэтому надо освободить общество от «диктата науки»

Философия науки в России в XX веке

Периоды	Цель	Идеи
Подготовительный с 1870-х гг. по первую четверть XX века	Распространение позитивистских идей (Г.Н. Вырубов, В.В. Лесевич), осмысление специфики методологии гуманитарных и естественных наук	Философией социальных наук занимались – С.Л. Франк, Б.А. Кистяковский, Г.Г. Шпет, методологией истории – А.С. Лаппо-Данилевский, Н.И. Кареев, физики – Н.А. Умов, философией математики – Д.Д. Мордухай-Болтовский, Н.В. Бугаев, биологии – А.Г. Гуревич. Н.И. Вернадский считал науку орудием эволюции человечества. А.А. Богданов видел в ней средство приспособления в борьбе за жизнь, создал тектологию – науку о принципах и организации систем
Идеологический с 1917 по 1960-е гг.	Разработка проблем науковедения, психологии научной деятельности, особенностей теории отдельных дисциплин. Идеологизация истории и философии науки в контексте борьбы за лидерство в философском сообществе (механисты и	Историю и философию науки изучали известные учёные: математики – О.Ю. Шмидт, В.А. Стеклов, А.Н. Колмогоров; физики – С.И. Вавилов, А.Ф. Иоффе, Я.И. Френкель; биологи и химики – Л.С. Берг, А.И. Опарин, А.Н. Фрумкин. Отечественное науковедение заложили – И.А. Боричевский, Ю.А. Филипченко, М.А. Блох, Т.И. Райнов.

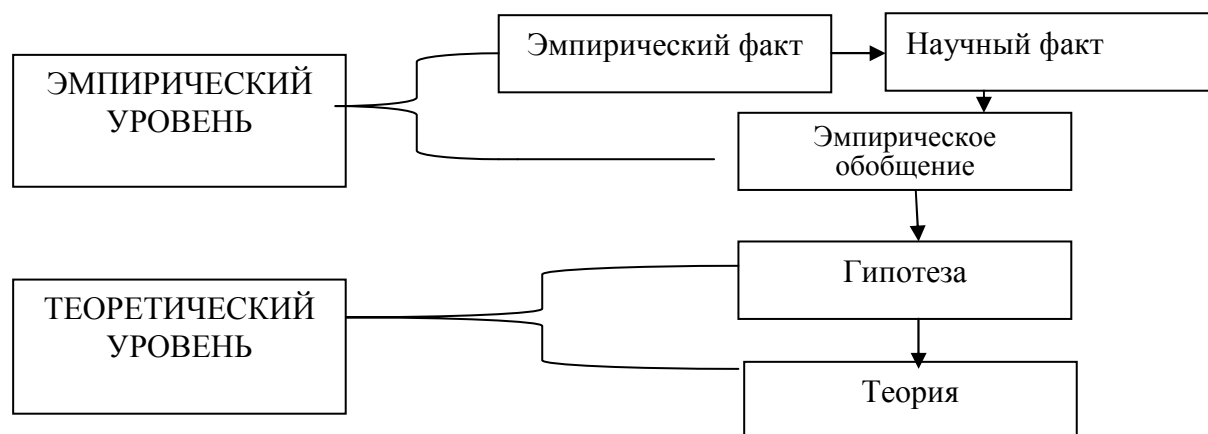
Периоды	Цель	Идеи
	диалектики)	<i>Диалектики</i> изучали диалектику, как способ мышления, противостоящий формальной логике, ложно отождествляемой с метафизикой. <i>Механисты</i> хотели универсализировать механические модели и способы объяснения, перенесли их в биологию и социологию
Логико-гносеологический с начала 1960-х до середины 1970-х гг.	Изучение логики развития науки	Одно направление изучало историю науки как эволюцию идей, понятий, теорий. Причём акцент делается на инвариантных структурах мысли (В.С. Готт, П.В. Копнин, Э.М. Чудинов, В.А. Штофф). Другое направление исследовало структуру и логику научного знания, отвлекаясь от социальных, психологических и других связей (Д.П. Горский, Б.С. Грязнов, В.А. Смирнов)
Социально-гносеологический с начала 1970-х до 1990-х гг.	Исследование социального влияния на развитие научного знания	Изучали язык науки, структуру научной теории, диалектику содержательного и формального в научном знании, методологию научного познания (Л.Б. Баженов, Г.И. Рузавин). Исследовали влияние социальных факторов на историю науки, на систему организации научных институтов, ориентировались на исследование структуры научного мышления (В.С. Стёпин)
Социокультурный с 1990-х гг.	Изучение организационных форм в научном сообществе, психологии нау-	Описывается взаимодействие когнитивных идеалов и норм научного исследования и социокультурных ценностей

Периоды	Цель	Идеи
	ки, этоса научного сообщества	(Н.И. Кузнецова, А.П. Огурцов, В.Н. Порус, В.П. Филатов), вненаучное знание (обыденное, миф, религия) в его взаимодействии с наукой (И.Т. Касавин, В.Н. Порус), эволюционная эпистемология (И.П. Меркулов, А.В. Кезин и др.)

Структура научного знания

В научной дисциплине выделяются уровни эмпирического и теоретического знания. *Эмпирическое знание* – система сведений об объектах опыта, получаемая мыслительной обработкой данных наблюдения и эксперимента, фиксируемая определёнными языковыми средствами (единичные предложения наблюдения, общеэмпирические высказывания, графики, естественные классификации и др.).

Теоретическое знание своим предметом имеет идеальные объекты, конструируемые мышлением из эмпирических объектов на основании идеализации (материальная точка, идеальный газ и т.п.) или определения (математические структуры). Особенностью теоретического знания является высокая степень логической организации, доказанность большинства утверждений с помощью дедуктивно-аксиоматического метода.



Методы науки

Научная проблема – форма знания, содержанием которой является непознанное, требующее прояснения (знание о незнании). Скрытые в проблемной ситуации противоречия и неполнота в поставленной проблеме приобретают явную и определённую формулировку. Проблема является частью проблемной ситуации, возникающей при исчерпании эвристического и методологического потенциала научного знания.

Научная гипотеза – это форма знания, содержащая предположение на основе ряда факторов, истинность которого не определена и нуждается в доказательстве. Гипотеза требует проверки и обоснования, в процессе которых гипотеза либо подтверждается и становится теорией, либо видоизменяется и уточняется, либо отбрасывается и становится заблуждением.

Теория – форма научного знания, дающая целостное описание закономерных и существенных связей определённой области действительности. Теория является не только средством описания, она объясняет явления, т.е. обладает эвристическим потенциалом, позволяющим предвидеть новые явления. *Основные элементы теории: понятия, идеализированные объекты, принципы, законы.*

Типы научных теорий

Описательные	Объяснительные
Отражены эмпирические описания (научные факты, полученные измерением, наблюдением, первичной классификацией и систематизацией) и эмпирические законы, индуктивно обобщающие эмпирический материал	Логически организованные системы знания, с преобладанием теоретических объяснений (концептуальных реконструкций данных, полученных теоретически, вследствие интерпретации, идеализации, мысленных экспериментов, моделирования), и точные количественно детализированные результаты
Законы Менделя до утверждения в науке хромосомной теории наследственности	Законы Менделя, как следствие из хромосомной теории наследственности

Метод – это система принципов, правил, требований и приёмов, обязательных в процессе познания.

Классификацию методов можно проводить по степени общности (общенаучные, специальные), по уровням научного познания (эмпирические и теоретические), по этапам исследования (наблюдение, обобщение, доказательство).

Методы эмпирического исследования

Методы выявления и исследования эмпирического объекта	Формы знания
Наблюдение Измерение Сравнение Эксперимент Модельный эксперимент	Научный факт (фактуальное знание)

Переход на уровень теоретического исследования

Методы систематизации знания	Формы знания
Анализ и синтез Индукция и дедукция Аналогия Систематизация Классификация	Эмпирический закон, эмпирическая гипотеза

Методы теоретического исследования

Методы построения и исследования идеализированного объекта	Формы знания
Абстрагирование Идеализация Формализация Моделирование	Понятия, идеи, принципы, идеальные модели, законы, аксиомы, постулаты

Методы построения и обоснования теоретического знания

Методы построения и обоснования теоретического знания	Формы знания
Гипотетико-дедуктивный метод Конструктивно-генетический метод Исторический и логический методы Методы обоснования: верификация, фальсификация, логическое и математическое доказательство	Гипотеза, теория

Общенаучные методологические принципы выработаны в процессе осмысления практики научного исследования. Они не определяют содержание научного знания и не являются его формально-логическим обоснованием. Их задача заключается *в определении оптимального выбора средств, предпосылок, понятий при построении новой теории.*

Принцип инвариантности требует сохранения свойств и отношений в процессе преобразования, сочетания вариативных и инвариантных элементов теории.

Принцип соответствия состоит в том, что с появлением новых более общих теорий прежние сохраняют своё значение для своей предметной области, выступая частным случаем новых теорий. Благодаря этому возможен обратный переход от последующей теории к предыдущей и совпадение их в некоторой предельной области, где различия между ними оказываются несущественными.

Принцип дополнительности – это исследовательская установка, которая на промежуточном этапе познания явления предполагает использовать взаимоисключающие и взаимоограничивающие классы понятий. Они могут применяться обособленно в зависимости от экспериментальных условий, но только взятые вместе исчерпывают всю поддающуюся определению и передаче информацию.

Принцип наблюдаемости – это методологическое требование к научной теории быть эмпирически обоснованной и пользоваться только допускающими опытную проверку величинами.

Научное сообщество – специфическое объединение учёных-профессионалов. Научное сообщество имеет отличающий его механизм пополнения участников, смысл профессиональной деятельности которых заключается в производстве и трансляции научного знания, сопряжённой с особой познавательной позицией, общностью ценностей, регулирующих их коммуникацию и творчество. Социо-когнитивными формами организации учёных в научном сообществе являются – научная школа, научно-исследовательский коллектив, коммуникативная группа.

Роль научного сообщества в процессе развития науки:

- **идентификационная** – участники научного сообщества сходным образом понимают цели науки и задачи своей дисциплинарной области. Тем самым, они упорядочивают систему представлений о предмете и развитии науки.
- **нормативизирующая** – учёные в своих исследованиях и в оценке работы своих коллег следуют общим критериям и правилам обоснованности и доказательности знания.
- **коммуникативная** – организационные структуры научного сообщества являются и каналами коммуникации.
- **когнитивно-эвристическая** – все члены научного сообщества придерживаются общей парадигмы, формирующей исследовательское поле и выбор методов разрешения проблемных ситуаций.

Этос науки – понятие философии науки и социологии науки, обозначающее совокупность моральных императивов научного сообщества, определяющих поведение учёного.

Этос науки

Императивы	<i>Универсализм</i> предписывает учёным при оценке своих и чужих результатов следовать не личным симпатиям, но общим критериям и правилам обоснованности и доказательности знания
	<i>Всеобщность</i> заключается в том, что результаты научной деятельности считаются продуктом сотрудничества и являются общим достоянием научного сообщества, в котором индивидуальный вклад ограничен личными открытиями
	<i>Незаинтересованность</i> означает готовность согласиться с любыми обоснованными аргументами, даже противоречащими собственным взглядам
	<i>Организованный скептицизм</i> проявляется в самокритичной оценке собственных достижений и участии в рациональной критике имеющегося знания.
Нормы	Оригинальность, эмоциональная нейтральность, независимость, интеллектуальная скромность
Контрнормы	Групповщина, пристрастность оценок, сокрытие результатов или отстаивание исключительного права собственности на их использование, организованный догматизм в защите частной концепции, принятой какой-либо группой учёных

Наука как система коммуникации регулируется нормативно-ценностной системой. Участники научного сообщества ведут собственные исследования и оценивают результаты своих коллег, ориентируясь на определённые критерии и формы представления научной работы.

Университет (от лат. *universitas* – совокупность) высшее учебное заведение, имеющее целью свободное преподавание и развитие всех отраслей науки.

Этапы развития европейских университетов

Тип университета	Цель	Структура	Автономность и обеспечение
Средневековый – автономный, с XII по XVII вв.	Подготовка теологов, юристов и врачей	Факультет свободных искусств, юридический, медицинский и теологический факультеты	Контроль церкви, самообеспечение

Постреформационный – государственный, с XVIII по XIX в.	Подготовка чиновников, юристов, врачей и пасторов	Философский, юридический, медицинский и теологический	Контроль государства (правовое регулирование), государственное обеспечение
Классический, с 70-х годов XIX в. до середины XX в.	Подготовка специалистов и исследователей	Философский, юридический, медицинский, естественный. С 1930-х гг. количество факультетов растёт (деление по дисциплинам)	Повышение контроля со стороны государства (регулирование обучения), государственное обеспечение
Современный, с 1970-х гг.	Подготовка специалистов и их переобучение	Дисциплинарно ориентированное деление по факультетам	Контроль государства, сочетание государственного обеспечения и самообеспечения



Коммуникация в науке – функционирующая система движения научной информации

Функции коммуникации в науке – информационная (обмен научными сведениями и создание когнитивного поля) и социальная (взаимодействие учёных). Коммуникация координирует деятельность научного сообщества и является средством обмена знаниями, но не фактором образования научного знания.

Формы организации учёных в научном сообществе

Форма организации	Функция
Школа	Образовательно-исследовательская, трансляция традиции
Лаборатория	Исследовательская
Научный семинар	Коммуникативно-оценочная, образовательно-методологическая
Научное Общество	Социализирующая и пропагандистская
Коммуникативная группа	Коммуникативно-оценочная

Способы вовлечения учёного в сети коммуникации

Тип коммуникации	Где и когда	Кто вовлечён
Неформальная – обучающая	В период обучения	«учитель – ученик», «ученик – ученик»
Формальная – профессиональная	На работе в организованной структуре, лаборатории, исследовательской группе	«начальник – подчинённый», «коллега – коллега»
Неформальная – когнитивная	На конференциях	«учёный–учёный», «специалист – специалист»

Научная школа – это сообщество неформально взаимодействующих учёных, сплочённых вокруг научного лидера, разделяющих его основные научные идеи и реализующих общую программу исследований. Объединение зрелых и начинающих учёных возникает по их личной инициативе. Этот союз высоко мотивированных единомышленников на некоторое время создаёт оптимальные условия для развития нового направления исследований.

Классификация научных школ

Основания классификации	Типы научных школ		
По типу связей между членами научной школы	<i>Научное направление</i> дарвинизм и неodarвинизм, бихевиоризм и функционализм	<i>Невидимый колледж</i> Ф. Браун – Л.И. Мандельштам – Н.Д. Папалекси, П.Л. Капица – П. Дирак – Н. Бор	<i>Научная группировка</i> Н. Бор – М. Борн – В. Гейзенберг – в квантовой физике
По типу научной идеи	<i>Экспериментальные</i> Ю. Либиха – в химии, А.Н. Баха – в биохимии, Э. Резерфорда и П.Н. Лебедева – в физике		<i>Теоретические</i> Н. Бора и Л.Д. Ландау, В.А. Фока – в физике, Л.С. Выготского – в психологии
По широте исследуемой предметной области	<i>Узкопрофильные</i> И.М. Сеченова – в физиологии, И.В. Гребенщикова – в химии и физике силикатных и несиликатных систем		<i>Широкопрофильные</i> в физике – Л.Д. Ландау, биологии – Н.В. Тимофеева-Ресовского, в механике – С.А. Чаплыгина
По функциональному назначению продуцируемых знаний	<i>Фундаментальные</i> химическая – А.М. Бутлерова, психологическая – Л.С. Выготского, физиологическая – В.М. Бехтерева, физические – Л.Д. Ландау, В.Л. Гинзбурга		<i>Прикладные</i> микробиологическая – Л. Пастера и Р. Коха, математическая по теории вероятности – Б.В. Гнеденко, атомной физике – И. В. Курчатова, технические школы – С. П. Королева, А.Н. Туполева, кораблестроительная – А.И. Крылова
По типу связей между поколениями	<i>Одноуровневые</i> психологическая – Л.С. Выготского, З. Фрейда		<i>Многоуровневые</i> химическая – Н.Н. Зинина, математическая – П.Л. Чебышева, химическая – В.В. Марковникова

Основания классификации	Типы научных школ		
По степени институализации	<i>Неформальные</i> Тартуско-Московская по семиотике	<i>Институализированные</i> Московский математический студенческий семинар Б.К. Млодзеевского, Киевский математический семинар Д.А. Граве	
По уровню локализации	<i>Национальные</i> русская школа физиологии, немецкая школа психоанализа	<i>Локальные</i> петербургская математическая школа, московская математическая школа	<i>Личностные</i> В.И. Арнольда, И.Е. Тамма, Н.Н. Боголюбова, А.Н. Колмогорова

Управление научным творчеством

В управлении научным творчеством существует два аспекта – первый связан с внутренней организацией работы коллектива, непосредственно влияющей на исследователя, а второй представляет собой внешнее влияние на дисциплину со стороны общества и власти, что сказывается на тематике исследований и ресурсном обеспечении дисциплины (опосредованно влияет на творческий процесс).

Стиль руководства научным коллективом – это сложившийся способ взаимодействия (воздействия) руководителя с группой и её членами.

Стиль управления коллективом

Либеральный	Коллегиальный	Директивный
Характеризуется отстранённой позицией руководителя в группе, который не вмешивается в дела сотрудников, предоставляя каждому право принимать решения и, соответст-	Предполагает широкое участие группы в обсуждении основных проблем исследования и выбора стратегии научного поиска. Руководитель ориентирован не только на ко-	Отличает жёсткость позиции руководителя по отношению к группе. Он рассматривает её как средство достижения поставленной задачи и, следовательно, как объект воздей-

Либеральный	Коллегиальный	Директивный
<p>венно, отвечать за их выполнение.</p> <p>Руководитель принимает стратегические решения для работы группы, учитывает пожелания членов группы, но в целом даёт ситуации «разрешаться самой»</p>	<p>нечный результат деятельности, но и на способы его достижения, на успешность взаимодействия членов группы в процессе деятельности, на «дух коллектива» (его социально-психологический климат)</p>	<p>ствия.</p> <p>Руководитель предпочитает самостоятельно принимать решения и отвечать за них.</p> <p>Интересы дела могут заслонять в его глазах интересы группы и отдельных людей</p>

ОПОРНЫЕ КОНСПЕКТЫ К КУРСУ «ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ МАТЕМАТИКИ»

Понятие «математика» происходит от греческого слова *μάθημα* (знание, познание, наука) и первоначально означало теоретическую деятельность, связанную с расчётами, измерениями и предсказаниями. Образ математики зависел от философской традиции понимания предмета и метода математики, а также – от внутренних тенденций развития математических дисциплин.

Особенность предмета математики – в изучении отношений, сохраняющих от конкретной действительности только то, что предусмотрено в их определении. И это предопределяет дедуктивный метод математики. Применимость математических теорий в различных областях естествознания и техники обусловлена тем, что математика изучает связи, индифферентные к конкретной природе объектов. Современная математика создала методы изучения отношений самого общего характера. Современная номенклатура математики содержит десятки крупных дисциплин и сотни небольших⁹⁶. Некоторые из них можно весьма условно классифицировать по предмету изучения.

Соответствие выводов математики объективным законам материального мира обуславливается тем, что в её основе лежат понятия, операции и соотношения, являющиеся абстракцией фрагментов природы: общих свойств (наличие формы, количества, структуры), процессов (увеличение-уменьшение) и соотношений (иерархия или порядок). Возникнув, как абстракция реальности, математические понятия развиваются вне непосредственной связи с ней.

⁹⁶ Mathematics Subject Classification. – Mathematical Reviews, 1991.

Предмет математики и некоторые её дисциплины

Объект		Разделы математики
Количество	Количественные характеристики конкретных вещей	Простейший счёт
	Отвлеченные количественные характеристики вещественных отношений, представление о части и целом	Арифметика Комбинаторика
	Символические действия с абстрактными величинами	Алгебра Кодирование
	Связи абстрактных числовых характеристик и операций, функции	Анализ Теория меры Теория операторов Дифференциальные уравнения
Формы	Измерение длин, площадей и объёмов конкретных тел	Практические измерения
	Абстрактные линии, фигуры, поверхности и тела	Тригонометрия Евклидова геометрия плоскости и пространства
	Преобразования и отношения геометрических фигур	Аналитическая геометрия Проективная геометрия Алгебраическая геометрия Теория гомологий
	Пространственные формы окружающего мира	Риманова геометрия Дифференциальная топология
	Бесконечномерные пространства	Функциональный анализ
Отношения и структуры	Высказывания, предикаты, формулы, вычисления, данные, события, причины. Порядки, отношения и операции на абстрактных множествах	Математическая логика Теория алгоритмов Теория информации Теория вероятностей и математическая статистика Теория структур Теория множеств Computer Science Общая топология Теория категорий

Математики обосновывают используемые методы, изучают взаимодействие понятий и такие соотношения, для которых пока не известны аналогии с материальным миром. Со временем аналогии могут быть обнаружены: комплексные числа нашли приложения в аэродинамике и электромагнетизме, квантовая механика использует спектральную теорию линейных операторов, а для описания элементарных частиц используется теория линейных групп.

В определении математики есть три подхода. Математику связывают с математическими текстами, с концептуальным полем определений и доказательств. Её считают знанием, помогающим человеку контролировать природу. Или думают, что в платоновском мире идей есть вечный Лабиринт Математики, постепенно осваиваемый разумными душами. Математики привыкают обращаться с идеями как с настоящими вещами⁹⁷. Идеи сохраняют свою суть в контексте использования. Они приспособлены для связи с другими математическими идеями, и эти связи могут становиться новыми математическими объектами, образуя очередной уровень иерархии абстракций.

Определения математики

Влияние	Мыслитель	Определение математики и её предмета
Рационализм	Р. Декарт	<i>«Должна существовать всеобщая наука, объясняющая всё то, что возможно знать о порядке и мере, взятых независимо от их применения к какой-либо конкретной ситуации... и, действительно, такая наука существует и имеет собственное, освященное длительным периодом её эффективного использования, имя – математика»</i>

⁹⁷ Манин Ю.И. Математика и культура // Математика как метафора. – М.: МЦНМО, 2008. – С. 20.

Влияние	Мыслитель	Определение математики и её предмета
Позитивизм	О. Конт	«Математика, занимающаяся определением неизвестных величин через соотношение их с известными, разделяется на абстрактную, или учение о числах вообще, и конкретную, занимающуюся уравнениями в области пространственных форм и явлений природы; вторая, в свою очередь, расчленяется на статическую, или геометрию, и динамическую, или механику»
Марксизм	А.Н. Колмогоров А.Д. Александров	«Математика есть наука о количественных и пространственных формах и отношениях реального мира». (А.Н. Колмогоров) «Математика – наука о формах и отношениях, взятых в отвлечении от их содержания. Первый и основной предмет математики составляют количественные и пространственные отношения и формы... В математике изучаются и другие отношения и формы, в частности, в математической логике – формы логического вывода, в геометрии n -мерные пространства, которые, не являясь пространственными формами в обычном смысле слова, но имеют прообразы в действительности, например, в виде множества всех возможных состояний той или иной механической системы». (А.Д. Александров)
Агностицизм	Н. Бурбаки	«В своей аксиоматической форме математика представляется скоплением абстрактных форм – математических структур, и оказывается (хотя по существу и неизвестно почему), что некоторые аспекты экспериментальной действительности как будто в результате предопределения укладываются в некоторые из этих форм». Бурбаки указали три основных типа структур, определяемых композицией, порядком и топологией.
Структурализм	Ю.И. Манин	«...математика – это прототекст, существование которого только постулируется, но который тем не менее лежит в основе тех его искажённых и фрагментарных копий, с которыми мы обречены иметь дело». «Мы изучаем идеи, с которыми можно обращаться так, как если бы они были реальными предметами». «Математика – это то, чем занимаются математики».

Философская традиция представления математики

Ученый	Суть концепции
Платон IV в. до н.э.	Впервые обосновал философскую значимость математики. В числах и геометрических фигурах видел эйдосы и парадейгмы – стихии, благодаря которым вещи обретают смысл и бытие. Математика перенаправляет ум с преходящего и становящегося на подлинно сущее, устойчивое и определенное в себе. Ему приписывают решение сложной геометрической задачи классификации правильных многогранников – платоновых тел. Их описание и приложение к космологии дано в «Тимее». Разделял математику на прикладную и теоретическую
Аристотель IV в. до н.э.	Относил математику к теоретической философии. Числа и геометрические фигуры он считал результатом абстрагирования свойств чувственно воспринимаемых вещей. Считал, что математика изучает объекты, ограничиваясь количественным аспектом их существования. О математических работах Аристотеля ничего не известно. В его «Категориях», двух «Аналитиках» и «Доказательствах софистов» изложены начала логики. Его неполная и частично противоречивая теория силлогизмов была первым фундаментальным осмыслением научного метода, применимого ко всем областям знания
Рене Декарт 1596–1650	Полагал, что знание должно опираться на ясное умственное созерцание – интуицию, дающую непосредственное усмотрение истины, которое возможно лишь для самых простых и фундаментальных понятий, недоступных анализу и редукции. Непосредственно ясным понятием Декарт избрал протяжённость. Геометрия, изучающая протяжённые конфигурации, должна стать фундаментом всех остальных наук, подтверждаемых сведением к протяженности. Возможность геометризации в познании природы Декарт считал безграничной. На этой основе он выстроил основные естественные науки. Геометрическая интуиция, как созерцание протяжённости, может служить основанием и для самой математики. В книге « <i>Discours de la méthode</i> » (1637) Декарт первым открыл связь геометрии и алгебры. Числа он определял отношениями величин, а фигуры задавал функциональными уравнениями
Готфрид Вильгельм Лейбниц 1646–1716	Лейбниц отверг принцип непосредственной достоверности Декарта, считая его психологическим и субъективным. Признавая за очевидностью некоторое значение, он стремился к объективной обоснованности. Не частная очевидность, а ло-

Ученый	Суть концепции
	<p>гичное доказательство гарантирует объективность и правильность знания. Сотворению «<i>всеобщей науки</i>» (универсальной характеристики) он отдал всю свою жизнь. Подобно Декарту, видел эталон достоверного знания в математике. «Всеобщая наука» должна была быть априорной, опираясь на комбинаторику (искусство открытия) и аналитику (теорию доказательства). Начала, достаточные для вывода всех истин, должны быть получены умозрением, а не рассуждениями. Тогда всё знание будет представлено на символическом языке, где вычисление заменит дискуссии. Сведя сложные понятия к простым, можно будет узнать их точное значение. Вопреки Декарту, не считал геометрические аксиомы элементарными. Математику он видел особым случаем логики и стремился свести математические истины к логическим. Высшим логическим принципом считал закон тождества. Тождества недоказуемы и являются аксиомами. Предполагал, что все истины эквивалентны, но не всегда ясным образом. К аналитическим понятиям, сводимым к тождествам, относил число. Протяжение, по Декарту неразложимое, согласно Лейбницу, является понятием производным. Содержательность геометрического понятия доказывается не аналитически, а конструктивно, порождением предмета, соответствующего этому понятию</p>
<p>Иммануил Кант 1724–1804</p>	<p>Обозначил две проблемы математики: обосновать применимость её в естествознании и определить границы её и естествознания. Относил число и величину к априорным формам знания, без которых рассудок не может мыслить ничего. Знание природы проявляется в рациональном конструировании объектов. Число и величина задают правила для этого, и любой объект оказывается математическим. Всё в природе измеримо, но сама математика остаётся в сфере чувственности. Её понятия применимы лишь к тому, что доступно непосредственному созерцанию, которое может быть только чувственным. Такой подход к математике не вызывал трудностей, пока речь шла о геометрии, алгебре и арифметике XVIII в. Исчисления бесконечно малых Кант почти не касался. Важным примером априорной истины он считал постулат о параллельности из евклидовых «Начал»</p>

В Новое время, с приростом и обособлением научных дисциплин, стало актуально уточнение предмета и метода математики. Направление таких размышлений задали Декарт и д'Аламбер⁹⁸. Декарт считал математику наукой, исследующей порядок и меру, но его идея была понята математиками только во второй половине XIX века. Даламбер назвал математику наукой о перечисляемых и измеряемых величинах, и его описание стало общепризнанным. В 1843 году Курно⁹⁹, декартизируя образ математики, связал её с идеями порядка (положения, конфигурации, формы и комбинации) и величины (количества, пропорции и меры). Развитие математики вскоре сблизило эти понятия.

Новые философские споры о математике и переворот представлений о её основах были вызваны теорией множеств и неевклидовой геометрией. Кантор¹⁰⁰ стал исследовать множества вещественных чисел, решая классические задачи анализа. Затем он перешёл к изучению абстрактных множеств, определяя их «многим, но мыслимым как единое». Он определил мощность множеств, в том числе и бесконечных (строгий аналог количества элементов), и предъявил бесконечную шкалу возможных мощностей. Натуральные числа стали примером наименьшего бесконечного множества. Равномощные им множества называются счётными, – таковыми оказались целые, рациональные и алгебраические числа. Сначала Кантор пытался доказать счётность вещественных

⁹⁸ Д'Аламбер, или Даламбер Жан ле Рон (1717–1783) – выдающийся математик, философ и просветитель XVIII в. Совместно с Дени Дидро (1713–1784) организовал издание «*Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*» (31 том, 1751–1777).

⁹⁹ Курно Антуан-Огюст (1801–1877) – философ, педагог и экономист, основатель математического течения в политической экономии.

¹⁰⁰ Кантор Георг (1845–1918) – выдающийся математик. Заложил теорию бесконечных множеств и трансфинитных чисел; дал понятие мощности множества; доказал несчётность действительных чисел, установив существование разных бесконечностей.

чисел, пока не открыл диагональный процесс¹⁰¹, опровергающий счётность вещественного отрезка¹⁰². Метод Кантора

¹⁰¹ Правомерность метода Кантора не была признана сразу. На Парижском математическом конгрессе 1900 г. предлагалось доказательство счётности отрезка, опровергнутое через несколько лет. Но там же Гильберт указал 23 проблемы, решение которых определит развитие математики XX в. Первой была *континуум-гипотеза Кантора*. Теорию множеств Гильберт называл «*Канторовым раем*», хотя в ней обнаруживались необъяснимые парадоксы. Вскоре поняли, что противоречия возникают при собирании множеств из элементов определённой природы. У таких множеств (например, множества всех множеств) могут быть парадоксальные свойства. Другой источник противоречий, впервые указанный Пуанкаре, – самоотнесение понятий (непредикативность) при определении множеств. Эти проблемы снимаются погружением множеств в универсум, их фундированием или запретом самоотнесения понятий. Но тогда обедняется классическая математика, использующая непредикативные определения. Решения проблемы вне логической формализации теории множеств не было видно. Открытые Кантором множества вошли в фундамент математики, возродив её единство. Но теоретико-множественные парадоксы обесценивали математику, поскольку противоречивые посыпки допускают любые выводы. Первая аксиоматизация теории множеств была дана Э.Г. Муром в 1905 г. Другие теории множеств без начальных парадоксов («*стандартные*») были построены Цермело, Расселом, Френкелем, Сколемом, Нейманом, Бернайсом, Гёделем, Куайном. Этих парадоксов также нет в неклассических логиках (паранепротиворечивых или в интуиционизме). Но Гёдель доказал недоказуемость непротиворечивости стандартных теорий множеств. Ранее Колмогоров доказал, что интуиционизм не избегает возможных парадоксов стандартной теории множеств. Теорию множеств Кантора именуют «*наивной*» или считают «*учением*» без теоретического статуса. Но она успешна в алгебре и анализе при зафиксированном универсуме множеств. В России первым теорией множеств занялся профессор Московского университета Б.К. Млодзеевский. В полной мере аксиоматические теории множеств востребованы в *общей топологии*, созданной советскими математиками П.С. Урысоном и П.С. Александровым на базе топологических теорий Вейерштрасса-Кантора и Хаусдорфа-Брауэра.

¹⁰² Кантор дал пример следующей после счётности мощности – *континуума*. Обобщив неравенство $2^n > n$, он доказал, что множество $P(M)$ всех подмножеств M мощнее самого M , что позволило ему указать счётную шкалу мощностей – $|N|$, $|P(N)|$, $|P(P(N))|$ и т.д. Кантор размышлял о мощностях между $|M|$ и $|P(M)|$, в частности – между счётностью и континуумом. Без успеха он пытался доказать их отсутствие. Его гипотеза стала первым содержательным утверждением, независимым от стандартных множественных аксиом. Неопровержимость её доказал К. Гёдель, а недоказуемость – П. Коэн.

обогатил классическую математику, вскрыв ранее не замечаемые противоречия. Теоретико-множественные парадоксы привели к аберрации философии науки. Задачу обоснования математики стали связывать только с историческими способами разрешения парадоксов бесконечности (интуиционизмом, конструктивизмом, логицизмом, формализмом), пренебрегая иными онтологическими и гносеологическими проблемами.

Необходимость обоснования математических методов была осознана в XIX веке после признания неевклидовой геометрии Лобачевского¹⁰³. Непротиворечивость её была доказана конструктивно, как в *«Началах»* Евклида. Неожиданным было лишь применение метода не к отдельному понятию, а к целой теории. Правомерность такого переноса была признана не сразу. Но неявно так издавна обосновывались другие неевклидовы геометрии – сферическая, необходимая в астрономии, и проективная, изучаемая художниками и геодезистами. Их практическая польза заслонила важность строгого логического обоснования. Геометрия Лобачевского поначалу жила лишь в уме её создателя. Другие математики прока от неё не ждали. Сомнения в её согласованности имели почву и питали недоверие к ней. Лобачевский не дождался признания своего открытия. Бельтрами¹⁰⁴ в 1863 году постро-

¹⁰³ Лобачевский Николай Иванович (1792–1856) – великий русский учёный, организатор науки, творец неевклидовой геометрии. Непротиворечивость его геометрии была доказана – Г.Ф.Б. Риманом (1854), Э. Бельтрами (1863), Ф.Х. Клейном (1872) и А. Пуанкаре (1882). Попытки её обоснования подняли вопрос о непротиворечивости других математических теорий, что нужно для их содержательности, иначе в них теряется различие между истиной и ложью.

¹⁰⁴ Бельтрами Эудженио (1835–1900) локально реализовал геометрию Лобачевского на поверхности постоянной отрицательной кривизны. Его *«Опыт истолкования неевклидовой геометрии»* (1863) свидетельствовал о непротиворечивости теории Лобачевского.

ил её локальную евклидову модель. Клейн¹⁰⁵ в 1872 году и Пуанкаре¹⁰⁶ в 1882 году окончательно свели геометрию Лобачевского к планиметрии Евклида. И лишь тогда встал вопрос о непротиворечивости евклидовой геометрии, которым ранее не задавались. Его решил Гильберт¹⁰⁷ в 1899 году, сведя геометрию к вещественной арифметике. Затем он взялся за арифметику. Но Гёдель¹⁰⁸ получил неожиданный результат – искомого доказательства в рамках самой арифметики нет.

Математика рубежа XIX–XX веков испытала фундаментальную перестройку. Процесс вскрыл проблему достоверности математических методов, поставил задачу осмысления оснований. Во второй половине XIX века начал создаваться современный аксиоматический метод.

¹⁰⁵ Клейн Феликс Христиан (1849–1925) изложил свои геометрические идеи в «Сравнительном рассмотрении новых геометрических исследований» (1872), известном как «Эрлангенская программа». По Клейну, любая геометрия является теорией инвариантов особой группы преобразований. Выбор группы задаёт геометрию. Он доказал непротиворечивость геометрии Лобачевского.

¹⁰⁶ Пуанкаре Анри (1854–1912) – выдающийся математик, физик и философ науки, основатель конвенционализма. В 1882 г. смоделировал геометрию Лобачевского в теории автоморфных функций.

¹⁰⁷ Гильберт Давид (1862–1943) оказал огромное влияние на многие разделы математики: алгебру, теорию чисел, геометрию, вариационное исчисление, теорию интегральных уравнений, математическую физику, логику и метаматематику.

¹⁰⁸ Гёдель Курт (1906–1978) – математик, участник Венского неопозитивистского кружка. Занимался логикой и теорией множеств. Опроверг привычные представления о логических основаниях математики. Сообщают, что неоднозначно относился к своим открытиям.

Направления в философии математики

Предмет осмысления	Название	Представитель	Концептуальная позиция
«Реальность» математических объектов	Идеализм/реализм (платонизм, рационализм)	Платон, К. Гёдель, Г. Харди Р. Пенроуз, А. Конн	Математические идеи объективны, это вещи особого мира. Математика отражает этот мир, а теория эффективна лишь по мере соответствия ему. <i>«Математическая реальность лежит вне нас, и наша задача – открыть её и наблюдать её, и теоремы, которые мы доказываем и которые красноречиво описываем как наши «творения», являются просто отчётами о наших наблюдениях»</i> (Г. Харди)
	Материализм или антиреализм, номинализм, эмпиризм	Д.С. Милль, О.Ю. Шмидт, А.Н. Колмогоров, А.Д. Александров, П.К. Рашевский, Н.Н. Моисеев	Математика считается методом количественного выражения законов естествознания, средством разработки его теорий. <i>«Законы геометрии обязательны для природы потому и постольку, поскольку они из неё извлечены»</i> (П.К. Рашевский). <i>«Подчас очень трудно в конкретных условиях установить связь того или иного направления в математике с конкретной человеческой практикой. Однако эта связь легко просматривается сквозь перспективу столетий»</i> (Н.Н. Моисеев)
Основания математики	Логичизм	Д. Пеано, Б. Рассел, А. Уайтхед	Сводит математику к логике
	Формализм	Д. Гильберт	Хотел аксиоматизировать всю математику, доказать непротиворечивость, полноту и категоричность её логической модели
	Интуиционизм	Я. Брауэр, А.А. Марков	Ограничивал математику конструктивными методами

Логицизм

Математик	Книга	Концепция
<p>Готлоб Фреге 1848–1925</p>	<p>«Основания арифметики» (1884)</p>	<p>Признал актуальную бесконечность Кантора и прямую связь множеств с понятиями. Понятия характеризуются своими объёмами, а множества могут быть собираемы из элементов с некоторыми свойствами правильной логической природы</p>
<p>Рассел сообщил Кантору и Фреге о противоречивости принципа собирания. Его примеры парадоксального предиката и множества были построены по схеме «диагональной процедуры» Кантора. Наступило время математических парадоксов. В замешательстве Фреге и Кантор отказались от развития своих теорий</p>		
<p>Бертран Рассел 1872–1970</p> <p>Альфред Уайтхед 1861–1947</p>	<p>«Principia mathematica» (1910–13)</p>	<p>Предложили иерархическую <i>теорию типов</i>, в которой множество относится к более высокому типу, чем его элементы. При усовершенствовании, – в разветвлённой иерархии типов, – запрещены автореференции при собирании множеств. В четвёртом ненаписанном томе книги планировали обосновать геометрию</p>
<p>К логицизму относят аксиоматизацию арифметики Дедекинда (1888) и Пеано (1891), алгебру логики Кутюра (1904), логику высших порядков Хвистека (1921), кумулятивную теорию типов Рамсея (1926), нестандартную аксиоматическую теорию множеств Куайна <i>NF</i> (1951), абстрактную теорию множеств Френкеля (1953) и λ-исчисление Карри (1963)</p>		

Интуиционизм

Математик	Книга	Концепция
Лейтцен Брауэр 1881–1966	«Недостоверность логических принципов» (1908), «Интуиционизм и формализм» (1912)	Отверг закон исключённого третьего. Считал, что математика априорна и несводима к опыту, логике или языку, — это не теория, а часть человеческой деятельности, связанной с выделением отдельных восприятий. Следовал когерентной концепции истины, считая, что правильность математических рассуждений определяется интуитивно ощущаемой согласованностью построений.
Аренд Гейтинг 1898–1980	«Обзор исследований по основаниям математики» (1934)	Кодифицировал интуиционистскую логику, где нет закона исключённого третьего и двойного отрицания. Эта система не считается исчерпывающей и окончательной, — интуиционисты уверены, что таковой не бывает.
<p>Интуиционистскую логику можно мыслить логикой принципиальной вычислимости. Колмогоров¹⁰⁹ в 1931 г. реализовал её как исчисление задач. Логические переменные здесь считаются задачами, связки — преобразованиями задач, а доказательства — сведением новых задач к задачам, решённым ранее или принятым за таковые. Тарский¹¹⁰ в 1938 г. предложил много-</p>		

¹⁰⁹ Колмогоров Андрей Николаевич (1903–1987) — один из лидеров Московской математической школы. В 1922 г. построил ряд Фурье, расходящийся почти всюду. Первые публикации касались дескриптивной и метрической теории функций. Находясь вне направлений, участвовал в дискуссиях формалистов и интуиционистов. В 1925 г. доказал, что классическая логика погружается в интуиционистскую, и поэтому интуиционизм наследует все возможные противоречия формализма и в этом отношении не имеет преимуществ. Занимался теориями функций, вероятностей, стационарных случайных процессов, гамильтоновых систем и др. Аксиоматизировал теорию вероятностей (1933). В 1935 г. стал доктором физико-математических наук, в 1939 г. избран академиком. В 1941 г. вместе с Хинчиным получил Государственную (Сталинскую) премию за работы по теории вероятностей. Был ректором Института математики и механики МГУ. Многие годы руководил кафедрой теории вероятностей, был президентом Московского математического общества.

¹¹⁰ Тарский Альфред (1901–1983) — один из лидеров Венского неопозитивистского кружка последнего периода. Работал в математической логике, основаниях математики и семиотике.

Математик	Книга	Концепция
		значное истолкование интуиционистской логики. Клини ¹¹¹ в 1945 г. проинтерпретировал интуиционистскую логику в логике классической
		Отрицая актуальную бесконечность, интуиционисты признают потенциальные бесконечные множества, как «свободно становящиеся последовательности», генерируемые процедурой – алгоритмом или датчиком. Континуум видят «средой свободного становления». Первым интуиционистский континуум построил ученик Гильберта Вейль ¹¹² в 1918 г., брауэрова версия дана Гейтингом в 1956 г., иную указал ученик Клини Весли ¹¹³ в 1962 г. Считают, что некие конструкции Брауэра неявно актуализируют бесконечность. Интуиционисты исследуют бесконечности полной индукцией или мысленным экспериментом. Неперечислимых бесконечностей у них нет

Формализм

Математик	Книга	Концепция
Давид Гильберт 1862–1943	«Основания математики» (1904–1930)	Задумал аксиоматизировать математику, доказав непротиворечивость полученной формальной системы, полноту и категоричность. Полнота — это доказуемость любого истинного утверждения, и для каждого содержательного высказывания либо оно, либо его отрицание должно выводиться из аксиом. Категоричность означает изоморфность моделей с заданными аксиомами. Непротиворечивость геометрии Евклида Гильберт доказал сведением к вещественной арифметике. Но для арифметики и теории множеств редукции не угадывалось. Ведь неведомы более простые теории, кроме их конечных интерпретаций и логики. Гильберт создал дедуктивный метод доказательства непротиворечивости теорий.

¹¹¹ Клини Стивен Коул (1909–1994) – занимался логикой, теорией вычислимости, теорией автоматов и метаматематикой. Был президентом Международного союза истории и философии науки.

¹¹² Вейль Герман (1885–1955) – математик, физик и философ науки. Занимался теорией функций, дифференциальными и интегральными уравнениями, теорией чисел, представлениями групп, дифференциальной геометрией, квантовой механикой и др.

¹¹³ Клини С., Весли Р. Основания интуиционистской математики с точки зрения теории рекурсивных функций. – М.: Наука, 1978. – С. 184–238.

Математик	Книга	Концепция
		<p>Он признавал конструктивистское замечание об отсутствии интуитивной ясности актуальной бесконечности и необоснованности логических операций с ней, сформированных на конечных множествах. Гильберт рассматривал утверждения об актуальных бесконечностях как идеальные, но подчиняющиеся той же логике, что и непосредственно проверяемые суждения. Теоремы гильбертовой метаматематики доказываются финитными методами, без упоминания бесконечности. В такой теории содержательные предложения могут быть доказаны с помощью идеальных предложений за счёт непротиворечивости системы, как это делается в проективной геометрии после присоединения бесконечно удалённых точек, или в комплексном анализе после добавления мнимой единицы¹¹⁴. Гильберт интересовался критериями простоты доказательств, позднее реализованными в понятиях колмогоровской и марковской сложности. Он собирался обосновать всё естествознание, в том числе физику</p>
<p>Логическая программа Гильберта в целом оказалась неисполнима. Первыми «ограничительными» теоремами стали результаты Гёделя 1930 года о неполноте непротиворечивой системы, содержащей арифметику, и недоказуемости её непротиворечивости. Что применимо к самой арифметике и аксиоматической теории множеств. В 1936 году Генцен доказал непротиворечивость арифметики методами вне формальной арифметики первого порядка.</p> <p>Теорему Гёделя усилили Россер (1936), Тарский (1939), и Мостовский (1952). Наглядной иллюстрацией неполноты теории множеств стало доказательство независимости континуум-гипотезы от аксиом ZFC, выполненное Гёделем и Полом Коэном (1938, 1963).</p> <p>В 1936 году Чёрч доказал неразрешимость относительно доказуемости арифметики первого порядка. Тогда же Россер доказал неразрешимость непротиворечивых расширений этой системы. Неразрешимыми оказались теории групп, колец, полей, структур, колец и др. В 1956 году Тарский доказал невыразимость истинности в достаточно большой непротиворечивой системе</p>		

¹¹⁴ Гильберт Д. Логические основания математики // Гильберт Д. Избранные труды. Т. I. – М.: Факториал, 1998. – С. 426.

К концу 1960-х годов стало ясно, что цели логицизма, формализма и интуиционизма так и не достигнуты, хотя и были получены важные результаты в математической логике и основаниях математики. Успехи оказались более логико-математическими, чем философскими. Интерес к обоснованию математики стал снижаться, перейдя на эпистемологические проблемы математического знания.

Концептуализация статуса математических объектов

Математический идеализм / «реализм»	Математический материализм / «антиреализм»
<p>В 1935 г. П. Бернайс указал суть математического платонизма: <i>«Евклид говорит о том, что фигуры строятся, в то время как для Гильберта система точек, прямых и плоскостей существует с самого начала. ... Этот пример уже показывает, что тенденция состоит в рассмотрении объектов отдельно от всех связей с мыслящим субъектом. Поскольку эта тенденция утвердилась в особенности в философии Платона, позвольте мне назвать её "платонизмом". Ценность платонистически вдохновлённых математических концепций в том, что они представляют модели абстрактного воображения. Они выделяются своей простотой и логической силой. Они формируют представления, экстраполированные из конкретных областей опыта и интуиции. ... Несколько математиков и философов интерпретируют методы платонизма в смысле концептуального реализма, постулируя существование мира идеальных объектов, содержащего все объекты и отношения математики. Это абсолютный платонизм, непригодность которого продемонстрирована с помощью антиномий ... допущение ad hoc, предполагать, что мы имеем существовавшую до нас вселенную вещей, разделённых на объекты и предикаты, будто специально подготовленную для теоретического рассмотрения»</i></p>	<p>В 1938 г. А.Н. Колмогоров выразил диалектико-материалистический взгляд на математику, определив её как <i>«науку о количественных и пространственных формах и отношениях реального мира»</i>. Сюда относимы отношения причинно-следственные, структурные, логические, биологические, социальные, экономические. Далее он уточнил: <i>«В результате внутренних потребностей математика, так и новых запросов естествознания круг количественных отношений и пространственных форм, изучаемых математикой, чрезвычайно расширяется: в него входят отношения, существующие между элементами произвольной группы, векторами, операторами в функциональных пространствах, всё разнообразие форм пространств любого числа измерений и т.п. При таком широком понимании терминов «количественные отношения» и «пространственные формы» приведённое в начале статьи определение математики применимо и на новом современном этапе её развития»</i>. Колмогоров указал связь математики с запросами общества</p>

История математики

Период	Задачи	Достижения
Зарождение математики до VI в. до н.э.	Счёт количеств	Появилось понятие натурального числа. Открыты арифметические действия над числами, возникли системы счисления
Элементарная математика VI в. до н.э. до конца XVI в.	Измерение площадей; Коммерческие расчёты; Измерение времени; Измерение размеров архитектурных сооружений	<p><i>В Античности</i> выросла теория чисел. Создано учение о величинах и измерении. Развивалась прикладная математика. Архимед методом исчерпывания определил площади, объёмы и центры тяжести разных фигур и тел. Птолемей систематизировал планиметрию и сферическую геометрию.</p> <p><i>В Средние века</i> на Востоке были получены успехи в арифметике и алгебре. Индийцы изобрели десятичную систему счисления, отрицательные числа, оперировали иррациональными числами, создали алгоритмы и измерительные средства. Арабские математики извлекали корни и приближенно решали некоторые уравнения. Развили тригонометрию и применяли её на практике. Сложилась десятичная система счисления, элементарная алгебра и тригонометрия.</p> <p>В эпоху Возрождения появляется алгебра. Решены уравнения третьей и четвертой степени. Открыты комплексные числа</p>
Высшая математика XVII–XVIII вв.	Изучение движения; Преобразование геометрических фигур	Изучение переменных величин и функциональных зависимостей привело к основным понятиям математического анализа: предела, производной и интеграла. Зарождается идея бесконечности. Во второй половине XVII в. создаётся анализ бесконечно малых в виде дифференциального и интегрального исчисления. Основные законы механики и физики записываются в дифферен-

Период	Задачи	Достижения
		<p>циальной форме, и задача интегрирования становится одной из важнейших. Нахождением функций, определённых экстремальными условиями, занимается <i>вариационное исчисление</i>. Расширился предмет геометрии – изучаются движения и преобразования сами по себе</p>
<p>Современная математика XIX–XXI вв.</p>	<p>Изучение типов отношений, структур и форм: элементов групп и пространств, векторов и операторов</p>	<p>Исследованы комплексные числа и функции комплексного переменного. Создана неевклидова геометрия. Стала менее очевидной взаимосвязь математики и естествознания. Новые теории стали возникать из внутренних нужд математики. Отвлечённые результаты стали востребованы в естествознании. Например, теория групп, возникшая из описания симметрий решений алгебраических уравнений, была применена в кристаллографии и квантовой механике. Из запросов механики и физики сформировался векторный и тензорный анализ. Стал ясен физический смысл многокомпонентных величин. Функциональный анализ перенёс векторные методы в бесконечномерную ситуацию и оказался полезен физике. Из качественной теории дифференциальных уравнений появилась топология многообразий. Развились гомологические и гомотопические методы <i>алгебраической топологии</i>. Из теории множеств и функций возникла <i>общая топология</i>. Теория вероятностей нашла новые применения в теории случайных процессов и математической статистике. Численные методы анализа и алгебры вооружённые ЭВМ породили <i>вычислительную математику</i></p>

Закономерности развития математики

1) в ходе исторического развития расширяется предмет математики, создаются новые понятия, пересматриваются и углубляются доказательства;

2) уровень абстракции в математике растёт;

3) усиливается взаимосвязь математики с практической жизнью и нуждами других наук. Растёт влияние естественных наук на математику и сфера её приложений в различных областях науки и техники.

Особенности современной математики

Абстрактность	Понятие может охватывать много объектов с общим свойством. Абстрактная теория делает выводы из этого свойства, применимые к любому из объектов, подходящих к понятию
Используется язык теории множеств	В математике изучают совокупности (множества) объектов, которые структурируют и комбинируют, получая другие множества
Востребованность логической точности (рост формализма)	Усложнение понятий и доказательств привело к росту интереса к логической строгости, что сдерживает принятие новых математических результатов и методов
Развитие «чистой» или теоретической математики опережает её практическое применение	Применение результатов чистой математики в естественных науках и технике имеет значительный «временной зазор» ¹¹⁵ . Так, со времени открытия волнового уравнения до изобретения радиопередатчика прошло почти 150 лет, от изобретения матриц до их применения в экономике – 100 лет

¹¹⁵ В начале XVIII века математики открыли уравнение в частных производных, описывающее колебание струны или распространение волн в жидкости. В 1864 г. Максвелл указал систему уравнений для электрических явлений, из которых следует волновое уравнение. На основе этого Максвелл предсказал существование электромагнитных волн, а Герц в 1888 г. обнаружил их экспериментально.

Доказательство

Доказательство – это процедура установления истинности некоторого утверждения путем приведения других утверждений, истинность которых уже известна, и из которых с необходимостью вытекает первое.

К математическому доказательству предъявляются жёсткие требования. Математики стремятся использовать при доказательстве минимальный набор предпосылок и правил вывода. Это позволяет локализовать возможные внутренние противоречия. Доказательство в математике – это логический вывод, который основывается на других доказательствах, установленных ранее (*теоремах*), или самоочевидно истинных утверждениях (*аксиомах*). Каждый шаг доказательства должен опираться на уже известное.

Доказательство может использовать разбор всех вариантов. Но неполный перебор будет недостаточным для доказательства. Например, Христиан Гольдбах в 1742 году предположил, что всякое натуральное число¹¹⁶ n , начиная с шести, есть сумма трёх простых чисел. Для небольших n гипотезу Гольдбаха можно проверить непосредственно. В 1937 году И.М. Виноградов доказал, что гипотеза Гольдбаха верна для всех нечётных n , больших некоторого огромного N , требующего свыше шести с половиной миллионов знаков для десяти-

¹¹⁶ Есть разные виды чисел. Изначально, *число* – это абстракция, используемая для счёта, измерения или указания места в ряду предметов. *Натуральные числа* – это 1, 2, 3, 4, 5, ... Иногда к ним присоединяют 0. Есть наименьшее натуральное число, но нет наибольшего. *Целые числа* расширяют ряд натуральных чисел противоположными им числами – отрицательными: ... -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, ... *Рациональные числа* – это дроби, например $\frac{2}{3}$. Они включают и целые числа, которые можно записать дробью $\frac{n}{1}$. Рациональные числа представимы бесконечными почти периодическими десятичными дробями. Так, $\frac{1}{2} = 0,500\dots$, а $\frac{1}{3} = 0,333333\dots$ *Иррациональные числа* – бесконечные десятичные дроби, не являющиеся почти периодическими. Примерами являются π , e и корень из 2-х. *Вещественные или действительные числа* – все вышеперечисленные. *Комплексные числа* – состоят из действительной и мнимой частей. Среди них есть «мнимая единица» – i , такая, что $i^2 = -1$. В математике рассматриваются и другие числоподобные системы.

тичной записи. Оставалось проверить все нечётные числа от 7 до названного числа, и для нечётных чисел гипотеза Гольдбаха окажется либо доказанной, либо опровергнутой. Такая проверка пока что представляется нереальной. Поэтому гипотеза Гольдбаха остаётся недоказанной несмотря на то, что на компьютерах её проверили до $4 \cdot 10^{18}$.

В математике утверждение считается доказанным только тогда, когда оно логически выведено из посылок, признаваемых справедливыми. Можно предполагать, что теорема справедлива во всей общности, если она подтверждается на большом числе примеров. Тогда возможна попытка доказательства с помощью метода математической индукции. При успехе справедливость теоремы считается установленной. Иначе вопрос о верности теоремы остаётся открытым (она может быть доказана каким-то иным методом, или даже опровергнута, но возможна также иная ситуация).

Схемы доказательств в математике

Метод	Пример
Доказательство методом перебора (проверяются все возможные ситуации)	Надо доказать, что среди натуральных чисел, меньших 42, кроме 2 и 3, нет других корней уравнения: $(x + 2) \cdot (x - 2) \cdot (x - 3) \cdot (x - 48) = 0$ <i>Доказательство:</i> перебирая 0, 1, 2, 3, 4, ... 41, 42 и подставляя их в уравнение, убеждаемся, что ни одно, кроме 2 и 3, не обнуляет левую часть
Прямое конструктивное доказательство (указать и построить объект с данными свойствами или представить способ решения задачи)	Докажем существование иррациональных чисел. Для этого покажем, что число $\sqrt{2}$ – не рационально. Но сначала докажем, что такое вещественное число есть. Действительно, у прямоугольного треугольника с единичными катетами, по теореме Пифагора, длина гипотенузы равна $\sqrt{2}$. Теперь предположим, что эта величина рациональна и может быть представлена несократимой дробью m/n . Тогда $(m/n)^2 = 2$; $m^2 = 2n^2$. Поскольку 2 – простое число, m должно делиться на 2: $m=2k$. Тогда $m^2 = 4k^2 = 2n^2$; $n^2 = 2k^2$. Поэтому n делится на 2, и дробь m/n сокращается на 2. Противоречие показывает, что среди рациональных чисел $\sqrt{2}$ отсутствует

Метод	Пример
<p>Косвенные доказательства существования (обоснование существования искомого объекта происходит без прямого его построения)</p>	<p>Снова докажем существование иррациональных чисел. По Канторовой теории множеств, множество рациональных чисел счётно, а действительных – несчётно. Значит, некоторые и многие вещественные числа не являются рациональными</p>
<p>Доказательство «от противного» (из ложности доказываемого утверждения выводится ложность посылки и противоречие с ней). Этот метод опирается на логические законы «непротиворечия» и «исключённого третьего»</p>	<p>Докажем, что в треугольнике с разными углами при основании против большего угла лежит большая сторона. Предположим иное: в нашем треугольнике сторона, прилегающая к большему углу, больше стороны, прилегающей к меньшему углу. Но высота треугольника, опущенная на общее для углов основание (или его продолжение), равна произведению синуса угла на длину прилегающей к нему боковой стороны. Эти произведения для рассмотренных углов равны. Если углы не больше прямого, это даёт противоречие, поскольку в указанном диапазоне углов синус строго возрастает. Если же один из углов тупой, то его синус равен синусу дополнительного к нему угла, который больше другого угла – острого (иначе сумма углов в треугольнике окажется больше развёрнутого угла). И противоречие повторяется</p>
<p>Математическая индукция (установление общего свойства «вполне упорядоченного» ряда объектов, при условии, что свойством обладает родоначальник ряда, и всякий другой объект наследует свойство от предыдущего объекта ряда). Этот метод нагляден для объектов, индексированных натуральными числами</p>	<p>Докажем неравенство Бернулли</p> $(1 + a)^n \geq 1 + na, \text{ при } a \geq -1.$ <p>При $n=1$ части неравенства совпадают, что даёт основание индукции. Шаг индукции начнём с предположения, что неравенство выполняется при $n = k$. Умножая неравенство</p> $(1 + a)^k \geq 1 + ka$ <p>на неотрицательное число $1+a$, получим</p> $(1 + a)^{k+1} \geq (1 + ka) \cdot (1 + a) =$ $= 1 + (k+1) \cdot a + ka^2 \geq 1 + (k+1) \cdot a.$ <p>Что завершает индукционное доказательство¹¹⁷</p>

¹¹⁷ Подробное описание методов математических доказательств дано в книгах: Поля Д. Математика и правдоподобные рассуждения. – М., 1975; Успенский В.А. Простейшие примеры математических доказательств. – М., 2009; Кранц С. Изменчивая природа математического доказательства. – М., 2016.

Аксиоматический метод (указываются разрешённые логические переходы, сообщаются начальные понятия и положения, затем из них выводятся теоремы). Для содержательности этого метода необходимо отсутствие противоречивых выводов, поскольку в противном случае любое утверждение окажется истинным и ложным одновременно. Нынешний способ математических рассуждений был изложен в «Началах» античного Евклида. В его книге вслед за определениями постулируются наглядные положения, а потом доказываются теоремы. Так возникла парадигма (образец), которой следуют математики. Утверждения, доказанные в «Началах» Евклида, всегда остаются истинными.

Математики Нового времени систематизировали недоказанные положения Евклида, разбив их на постулаты и аксиомы, выражающие основные свойства пространственных форм Евклида.

Постулаты – это требования «идеальной» осуществимости некоторых элементарных построений, к конечным цепочкам которых сводятся все геометрические построения «Начал». Они таковы:

1. От точки до иной точки можно провести прямую.
2. Отрезок можно непрерывно продолжить до прямой.
3. Из всякого центра и любым раствором циркуля может быть начерчен круг.
4. Все прямые углы равны между собой.
5. Если прямая, падающая на две прямые, образует внутренние и по одну сторону углы, в сумме меньшие двух прямых, то продолжения этих двух прямых пересекутся с той стороны, где сумма углов меньше двух прямых.

Аксиомы «Начал» – это описания свойств величин, рассматриваемые как всеобщие истины. Они следующие:

1. Равные одному и тому же равны между собой.
2. Если к равным прибавить равные, то суммы равны.
3. Если от равных отнимаются равные, то остатки равны.
4. Если к неравным прибавить равные, то суммы будут не равны.

5. Удвоения равных равны между собой.
6. Половины равных равны между собой.
7. Совмещающиеся друг с другом равны между собой.
8. Целое больше части.
9. Две прямые не содержат плоскости.

Аксиомы, постулаты и логика Аристотеля составляют основу доказательств «Начал». В книге заложена основа *содержательной аксиоматизации* – когда математическая или физическая теория строится на основе аксиом, описывающих основные свойства, отношения и связи содержательной области объектов, имеющих прямое описание, определение до указания аксиом.

Во второй половине XIX века распространился *полуформальный аксиоматический метод*. Его особенность в том, что понятия об основных объектах математической теории не получают конкретного истолкования или прямого определения. С помощью списка относящихся к ним аксиом объекты определяются косвенно. Аксиомы задаются как описания структуры основных объектов, отношений и связей, в которые они могут вступать. Такие области объектов называют моделями или интерпретацией аксиоматизированной теории. После открытия гиперболической геометрии (Лобачевским, Больяи и Гауссом) стало ясно, что аксиомы – это не абсолютные истины, а гипотезы, требующие проверки. *Проверка может представлять собой опытное подтверждение, либо сведение к ранее установленным математическим истинам*. Полуформальное аксиоматическое построение математической теории начинается с перечня: изучаемых основных объектов, отношений и связей, в которых эти объекты могут находиться; принимаемых без доказательства аксиом, задающих полное описание структуры возможных отношений и связей основных объектов. Каждое неосновное понятие теории должно сводиться к основным понятиям с помощью определений. Положения, высказываемые относительно объектов, должны доказываться логически, на основе принятых аксиом.

В конце XIX века выдающийся немецкий математик Давид Гильберт развил аксиоматический метод как самостоятельную теорию на примере геометрии («Основания геометрии», 1899) и *формализовал аксиоматический метод*. Его идеи в этой и других областях науки имели большое воздействие на математику¹¹⁸.

Полуформальная аксиоматизация коснулась не только математических дисциплин, но и некоторых разделов естествознания и техники¹¹⁹.

Архимед применил аксиоматический метод в теоретической статике (в работе «О равновесии плоских фигур, или о центрах тяжести плоских фигур»). Ньютон предложил аксиомы динамики. Аксиоматизирована термодинамика и специальная теория относительности. Аксиоматизация Колмогоровым теории вероятностей превратила её в полноценную математическую дисциплину. Её долгое время считали разделом физики за эмпирическую основу, на которой она создавалась.

Юрий Иванович Манин отметил высшую ценность истины для математики и зависимость её от доказательств: *«Для математики нужны именно доказательства, понимаемые как цепочки хорошо организованных стандартных шагов, а не как акты демонстрации (вопреки этимологии слова «доказательство»¹²⁰). Помимо всего прочего, это означает, что современная математика представляет собой, по существу, лингвистическую деятельность, опирающуюся на язык, обозначения и манипуляции с символами как на средство убеждения собеседника даже в тех случаях, когда речь идёт о реальности (геометрической, физической или ещё какой-либо). Связанность рассуждения, не содержащего противоречий и избегающего пробелов, играет важную роль в установлении того обстоятельства, что то или иное высказывание действительно дока-*

¹¹⁸ Общий обзор развития аксиоматического метода от Евклида до Гильберта изложен в книге: *Молодишый В.Н.* Очерки по философским вопросам математики. – М., 1969.

¹¹⁹ Применение аксиоматического метода в естествознании локально. Например, результативна аксиоматизация теории эволюционной морфологии.

¹²⁰ Латинское слово «*de-monstratio*» – «доказательство» – буквально означает «завершение поучения, показа».

зывает то, на доказательство чего претендует. Строго говоря, статус постулатов P , на которых основывается доказательство утверждения S , не обязан быть предметом обсуждения в математике: она отвечает главным образом за структуру вывода»¹²¹.

Способность к доказательствам порождена бессознательными предпочтениями, рождающими радость или неудовольствие от столкновения с интеллектуальным вызовом. Форма доказательства социально обусловлена, ведь математик следует своим авторитетным образцам. Идеальное доказательство – это воображаемый текст, в котором теорема последовательно выводится из ранее утверждённых аксиом. Но этот идеал недостижим из-за большой длины самых простых формальных выводов и трудностей их проверки, что не исключает стремления к поддержанию стандартов строгости.

Математика развивается внутри аналитической системы, созданной самими математиками. Она сконструирована так, что её результаты являются надёжными и воспроизводимыми. Математические и логические предложения представляют собой принятые в определённых кругах правила употребления знаков и явно не сообщают о фактах физического мира, хотя и могут быть использованы для его описания.

Типы научных теорий¹²²

Тип теории	Особенность	Математические методы
Неформализованные эмпирические теории	Изучаются факты, устанавливаются сходства и отличия, предсказываются ещё не наблюдавшиеся явления, полез-	Для обработки наблюдений используются статистические методы, при необходимости создаются математические

¹²¹ Манин Ю.И. Истина, строгость и здравый смысл // Математика как метафора. – М.: МЦНМО, 2008. – С. 76–77.

¹²² Концепция советского математика Алексея Андреевича Ляпунова (1911–1973). Его научные интересы были разнообразны. Он занимался дескриптивной теорией множеств, теорией вероятностей и математической статистикой, выпуклым анализом, кибернетикой (программированием на ЭВМ и автоматизацией программирования), приложениями математики (применением вероятностных методов в теории стрельбы, математической лингвистикой, машинным переводом, генетикой, геологией, систематикой), философией естествознания и педагогикой.

Тип теории	Особенность	Математические методы
	ные для проверки теоретических мнений. Основные понятия описательны и не укладываются в рамки логики	модели явлений, согласно той или иной теории
Математические модели естественно-научных теорий	Создаются абстрактные объекты, их отношения описываются в адекватных изучаемым явлениям точных математических терминах	В пределах этих моделей возможно точное решение задач. Здесь строится математическая модель отдельных явлений – например, движения муравьёв или функционирования сердца. Эффективная модель служит для объяснения наблюдаемых явлений и выбора разумных действий
Математические теории аксиоматической природы	Рассматриваются системы элементов с определёнными отношениями или структурой связей. Перечисляются аксиомы теории, и далее изучаются их следствия	Эти теории опираются на теорию множеств. Аксиомы могут задавать единственный объект с точностью до изоморфизма, или могут описывать неизоморфные объекты. Аксиоматические теории используются в физике, химии, астрономии. Явления, обладающие симметриями, описываются теорией групп. Строится математическая модель, адекватная целому классу явлений, и затем изучаются её свойства. Так математический язык применяется для описания тех классов явлений, где модель приложима с достаточной точностью
Логико-математические теории	Изучается не конкретный объект, но процедура исследования. Рассматривается связь между методами изучения объекта и особенностями его строения	К этому типу относятся теории алгоритмов, моделей, автоматов. Здесь операции, совершаемые над объектами, ограничены. Например, запрещено применение закона исключённого третьего к бесконечным наборам

Рассуждения о математической теории

К концу XIX века сложился стандарт логической строгости, которому должна соответствовать математическая теория. Эталоном служила теория множеств. *Математическая теория имеет дело множествами объектов, связанных некоторыми отношениями. Аксиомами задаются формальные свойства этих объектов и отношений, необходимые для развития теории. «В соответствии с этим теория может считаться логически строго построенной только в том случае, если при её развитии не используется никаких конкретных, не упомянутых в аксиомах свойств изучаемых объектов и отношений между ними, а все новые объекты или отношения, вводимые по мере развития теории сверх упомянутых в аксиомах, формально определяются через эти последние»*¹²³. Отсюда вытекает, что математическая теория, применимая к какой-либо системе объектов, автоматически применима и к любой изоморфной¹²⁴ ей системе.

Колмогоров считал, что использование теории множеств позволит систематизировать разные математические теории. *«Так, чистая алгебра определяется как наука о системах объектов, в которых задано конечное число операций, применимых (каждая) к определённому конечному числу объектов системы и производящих из них новый объект системы»*¹²⁵. Этим она отличается от анализа и геометрии, где изначально необходимо использование предельных отношений, связывающих бесконечное число объектов.

Наблюдается преемственность развития математических теорий. В изложении продвинутых теорий используются

¹²³ Колмогоров А.Н. Математика // БСЭ. – 2-е изд. – 1954. – Т. 26. – С. 477.

¹²⁴ «Изоморфизм» – означает «однообразие». Отношения изоморфных объектов с любыми иными того же рода неразличимы. Колмогоров пояснял, что употребляет термин изоморфизм как математическую идею «моделирования» явлений из какой-либо одной области явлениями иной природы. В этом же контексте системы объектов можно представлять особыми структурированными объектами (или объектами некоторой категории в математическом смысле).

¹²⁵ Колмогоров А.Н. Математика // БСЭ. – 2-е изд. – 1954. – Т. 26. – С. 477.

теории, построенные ранее. Так, в теории вероятностей применяются понятия натурального и действительного числа. Последовательное аксиоматическое изложение облегчает понимание и позволяет избегать ошибок при продвижении к всё более сложным и общим конструкциям. Благодаря привлечению идей теории множеств в конкретные математические исследования почти исчезли длительные неясности и разногласия по вопросу корректности определений и убедительности отдельных доказательств.

Строение математической теории освещает математическая логика. Она рассматривает теории как дедуктивные системы и ищет способы решения математических проблем. Логическая дедукция разворачивается из конечного числа аксиом построением сколь угодно длинных цепей рассуждений, состоящих из звеньев, принадлежащих к конечному числу фиксированных для данной теории элементарных способов логического вывода. Математический алгоритм позволяет решать некоторый класс проблем строго определённым способом.

Колмогоров указал различие теории теоретико-множественного вида и теории дедуктивной. *«Было обнаружено, что понятие математической теории в смысле теории, охватываемой единой системой аксиом теоретико-множественного типа, существенно шире, чем логическое понятие дедуктивной теории: даже при развитии арифметики натуральных чисел неизбежно неограниченное обращение к существенно новым способам логического рассуждения, выходящим за пределы любого конечного набора стандартизированных приёмов»*¹²⁶.

*«Архитектура математики» Н. Бурбаки*¹²⁷. Эта работа 1948 года была высоко оценена во всём мире из-за стреми-

¹²⁶ Колмогоров А.Н. Математика // БСЭ. – 2-е изд. – 1954. – Т. 26. – С. 478.

¹²⁷ Никола Бурбаки – псевдоним неформальной, в основном французской корпорации математиков. В 1935 г. некоторые выпускники Высшей нормальной школы Парижа решили изложить всю современную математику на строго аксиоматической основе. В начальном составе активно работали А. Вейль, А. Картан, Ж. Дельсарт, Ж. Дьедонне, К. Шевалле. Позже к ним

тельно растущего влияния математиков, работавших под этим псевдонимом. В статье высказано несколько важных положений.

При всём многообразии математики, её объединяет аксиоматический метод. Математические теории ширятся и множатся, их изменения в полной мере уже не может проследить ни один математик. Гении, работавшие во многих математических областях, – такие как Пуанкаре и Гильберт, – исключительно редки. Большинство же остальных, даже весьма сильных учёных, являются чужаками в некоторых сферах математического мира. Кажущийся вывод из этого – математика не имеет единого предмета и метода и представляет собой группу дисциплин, опирающихся на частные понятия, как-то связанных друг с другом. Бурбаки утверждают, что эволюция математики привела к объединению её частей, и возникло синтезирующее ядро – аксиоматический метод.

Логический формализм – это лишь собственная часть аксиоматического метода, не исчерпывающий его. Очевидную мысль о том, что дедуктивное рассуждение является для математики объединяющим началом, – ведь каждое математическое рассуждение является логической последовательностью высказываний, – Бурбаки развивают: *«Способ рассуждения, заключающийся в построении цепочки силлогизмов, является только трансформирующим механизмом, который можно применять независимо от того, каковы посылки, к которым он применяется, и который, следовательно, не может характеризовать при-*

присоединялись другие. Одновременно в группе состояли 10–20 чел. Участие в ней, кроме научных заслуг, подразумевало условную молодость – по достижению 50-и лет полноправное членство заканчивалось. Тот же срок был отведён самому Бурбаки, но он работает до сих пор. Подражая Евклиду, соавторы назвали своё руководство *«Элементами математики»*. Оно отличается абстрактностью. В 1939–2012 гг. выпущено 27 оригинальных французских томов по 11 дисциплинам. О количестве томов и датах их выхода есть разногласия. Виной тому – перепечатки, конфликт с первоиздателем *«Hermann & C»* и склонность к мистификациям. Вместе с *«Элементами»* публикуются *«Труды семинара Н. Бурбаки»* – обзоры новейших достижений в математике, с 1948 г. докладываемые трижды в год на конференции коллектива.

роду этих последних... это лишь внешняя форма, которую математик придаёт своей мысли, орудие, делающее её способной объединяться с другими мыслями, и, так сказать, язык, присущий математике, но не более того. Упорядочить словарь этого языка и уточнить его синтаксис – это значит сделать полезное дело, и эта работа и составляет действительно одну из сторон аксиоматического метода, а именно ту, которую следует назвать логическим формализмом (или, как ещё говорят, “логистикой”)¹²⁸. Аксиоматический метод позволяет постичь суть математики. Он даёт уверенность в том, что математика – не простое ожерелье силлогизмов и не хитрое искусство произвольных сближений, но внутренняя связь между математическими структурами¹²⁹.

Главными объектами математики¹³⁰ объявлены математические структуры. Это понятие применяется к множеству элементов несущественной природы. На нём задаются отношения, связывающие его элементы определёнными условиями – аксиомами этой структуры. Построение аксиоматической теории данной структуры – это выведение логических следствий из аксиом структуры, без каких-либо других предположений о рассматриваемых элементах. Структурные отношения – разнообразны, но поддаются типологизации. Первый тип – алгебраический. Отношения здесь подчиняются некоторым законам композиции многоместных функциональных операций на множестве. Второй тип образуют как-то упорядоченные множества. Третий тип – топологический. Здесь математически уточняются интуитивные пространственные представления о близости, пределе и непрерывности.

¹²⁸ Бурбаки Н. Архитектура математики // Математическое просвещение. – Вып. 5. – М.: ГИФМЛ, 1960. – С. 101–102.

¹²⁹ Латинское слово «структура» означает *устройство* – некоторую организованную совокупность, *строение*. И поэтому математические структуры Бурбаки увязывают с представлением об архитектуре всей математики.

¹³⁰ До XIX в. математические объекты считались абстракциями чувственного опыта. Потом математические понятия стали сводить к целым числам, и после Георга Кантора – к множествам.

Математик столь часто оперирует математическими объектами, что они для него обретают реальность предметов окружающего мира. Каждая математическая структура несёт в себе *«интуитивные отзвуки той специфической теории, откуда её извлёк аксиоматический анализ»*. Когда математик неожиданно открывает эту структуру в изучаемых явлениях, это событие прокладывает новое русло для его интуитивного потока мыслей.

Бурбаки дали оригинальную концепцию организации математического мира. В их идеализированном математическом мире возобладает иерархия структур. Центральное положение отдано порождающим структурам. Они могут быть различными. Но среди них есть наиболее общие. При их насыщении дополнительными аксиомами получают структуры более узкие¹³¹. За пределами простых структур располагаются сложные. Они одновременно содержат несколько порождающих структур, органически связанных аксиомами¹³². Далее следуют частные теории, в которых элементы множеств получают большую индивидуальность¹³³. Бурбаки принимают изменение математических структур по их набору и сущности. Дальнейшее развитие математики, по их мнению, будет сопровождаться увеличением количества фундаментальных структур.

По поводу ключевой идеи Бурбаки о главенстве в математике структурированных множеств можно заметить, что вскоре она получила интересное развитие и в некотором смысле – завершение. Ещё в 1944 году, в связи с аксиоматиза-

¹³¹ Например, теория групп, помимо положений, справедливых для всех групп, содержит теорию конечных групп, абелевых групп и конечных абелевых групп.

¹³² Так, топологическая алгебра изучает алгебраические структуры, определяемые законами композиции и топологией, связанных условием непрерывности алгебраических операций.

¹³³ Так возникают классические теории: анализ функций действительного или комплексного переменного, дифференциальная или алгебраическая геометрия, теория чисел.

цией теории (ко)гомологий топологических пространств, идейно близкие к Бурбаки математики Самуэль Эйленберг (1913–1998) и Сондерс Маклейн (1909–2005) определили *категории* и *функторы*. Эйленберг заимствовал понятие категории из логики Аристотеля, придав ему строгий математический смысл. Напомним, что аристотелевская категория – это необобщаемое понятие. Очевидно, что в таком определении предполагается неявный контекст. Категория Эйленберга и Маклейна – и есть тот самый контекст, в котором математическое понятие (а точнее – структура) является категорией по Аристотелю. Вскоре оказалось, что категории и соответствия между ними, – функторы, – имеют универсальный характер. Все известные тогда математические понятия вовлекались в категорное рассмотрение. Явно категоризируемы математические структуры. Ибо множества одной структуры могут допускать отображения, сохраняющие структурные отношения. Такие отображения были названы морфизмами («*сохраняющими форму*»). Структурированные множества и их морфизмы образуют математическую категорию. Её аксиоматические свойства выражаются исключительно на языке морфизмов, задающих сами структуры, и поэтому множественный характер носителей структур в категории может быть забыт. Теория категорий изучает математические объекты с относительной, фигуральной, – «социологической» точки зрения. Она позволяет освободиться от вспомогательных, субъективных особенностей математических объектов. При этом категории, устроенные из структурированных множеств, естественным образом погружены в категорию множеств. Обнаруживаются причины погружаемости аксиоматизированных категорий в категорию множеств, то есть, их «*конкретности*». Ученик Эйленберга (через Дэвида Буксбаума) Питер Фрейд (р. 1936) в 1964 году привёл пример «*неконкретной*» категории¹³⁴. Её объекты не могут рассматриваться как множе-

¹³⁴ Он категорно охарактеризовал канторово «сверхмножество», которое не является множеством.

ства и тем самым структурами не являются. Внешняя категорная характеристика математических объектов оказалась богаче и шире их внутреннего структурного описания. Поэтому, несмотря на продолжающийся поиск новых математических структур, на них уже не возлагается нереальных надежд¹³⁵.

Современное состояние математических проблем

Предсказание пути развития науки – занятие изначально парадоксальное. Ведь оно требует от прогнозирующего постановки ещё неосознанных проблем и предугадывания решений задач, уже стоящих. Но в правильной формулировке проблемных ситуаций заложена значительная информация для их разрешения. Дело усугубляется, если специалист пытается угадать ход событий в важной области, где исследования зашли в тупик, где ощущается недостаток новых идей и мощных методов. Эксперт в таком случае порою ошибается чаще дилетанта, не знакомого со всеми затруднениями в данной области. В прошлом теория Коперника и Кеплера вызывала наибольшие возражения у профессоров астрономии, а теория Лобачевского – у геометров. Основатель позитивизма Огюст Конт незадолго до открытия спектрального анализа Густавом Кирхгофом и Робертом Бунзеном предрекал, что человечество никогда не узнает химический состав Солнца. В 1868 году на Солнце был обнаружен гелий.

Вспомним современные примеры экспертных провалов. Признанный специалист по теории чисел, автор основательной монографии о Большой Теореме Ферма¹³⁶, в 1977 году написал, что нет никаких оснований считать последнюю тео-

¹³⁵ Вроде бы сейчас угасают и упования на теорию категорий, как возможный фундамент всей математики, поскольку некоторые важные математические конструкции так и не получили ясного категорного описания.

¹³⁶ *Эдвардс Г.* Последняя теорема Ферма. Генетическое введение в алгебраическую теорию чисел. – М.: Мир, 1980. – С. 11.

рему Ферма верной. Но уже в 1983 году Герд Фалтингс доказал гипотезу Морделла, из которой следует конечность приведённых решений уравнения Ферма степени выше второй, а в 1995 году Эндрю Уайлз представил окончательное доказательство этой теоремы. Другой знаменитый математик и популяризатор науки¹³⁷ в 2001 году предположил, что проблема Пуанкаре продержится до 2050 года. В это время она уже была решена Григорием Яковлевичем Перельманом. Прогнозирование прогресса – занятие также и неблагодарное: история науки охотнее хранит несбывшиеся прогнозы, чем удачные догадки. Но и здесь случаются замечательные исключения.

Проблемы Гильберта и их влияние на современную математику. Доклад Гильберта «*Математические проблемы*», был прочитан на объединённой историко-методологической секции II-го Математического конгресса в Париже 8 августа 1900 года¹³⁸. Гильберт заметил, что каждый век имеет собственные математические задачи, впоследствии либо разрешаемые, либо отставляемые как бесплодные, и заменяемые новыми. Всякая область научного исследования жизнеспособна, пока изобилует нерешёнными проблемами, и прекращает развитие при их недостатке. Наличие проблем имеет стимулирующее значение для науки. Хорошая математическая проблема должна быть ясной и достаточно трудной, чтобы привлечь внимание сильных учёных, но не должна быть совершенно недоступной для решения, чтобы не сделать все усилия бесполезными. Гильберт был убеждён в методологической целостности математики и осмелился указать задачи, которые, по его мнению, зададут развитие математики XX века. В докладе он обозначил десять проблем, но в последующей публикации их стало уже 23.

¹³⁷ *Стюарт Я.* Математика 2050 года // Будущее науки в XXI веке. Следующие пятьдесят лет. – М.: АСТ, 2011. – С. 41.

¹³⁸ *Демидов С.С.* К истории проблем Гильберта // Историко-математические исследования. – Вып. XVII. – М.: Наука, 1966. – С. 91–121.

Гильберт высказался о способе решения математических задач. Он заметил, что многие из них не могут быть решены, пока не станут ясны более простые частные случаи и не будет выработана достаточно общая точка зрения на проблему, ставящая её звеном в цепи родственных проблем. Решение проблемы должно следовать из конечного числа точно сформулированных предпосылок. Гильберт предполагал, что определённая математическая проблема должна иметь строгое положительное или отрицательное решение¹³⁹. Его слова можно понять так¹⁴⁰, что он надеялся на полноту всякой непротиворечивой формальной теории. Тем более, что в статьях «О бесконечном» (1926) и «Проблемы обоснования математики» (1930) Гильберт высказался об этом гораздо определённое¹⁴¹. Поздней осенью 1930 года его мечту разбил Курт Гёдель.

К большей части поставленных проблем Гильберт имел непосредственное отношение, предлагая свою программу исследования. Некоторые из них имели конкретный характер, другие, – напротив, были поставлены очень широко. Например, Гильберт предлагал построить теорию непрерывных групп (5), аксиоматизировать физику и теорию вероятностей (6), построить теорию квадратичных форм над любым алгебраическим полем (11), развивать методы вариационного исчисления (23). Но многие проблемы Гильберта определили лицо математики 20 века. Их решение было невозможно на уровне знаний 1900 года. К таким можно отнести: континуум-гипотезу Кантора (1), непротиворечивость арифметики (2), нахождение метода разрешения диофантовых уравнений (10), возможность выражения решения алгебраического уравнения 7-ой степени композицией непрерывных функ-

¹³⁹ Гильберт Д. Математические проблемы // Гильберт Д. Избранные труды. Т. II. – М.: Факториал, 1998. – С. 407; Проблемы Гильберта // Сборник / под общ. ред. П.С. Александрова. – М.: Наука, 1969. – С. 21.

¹⁴⁰ Подникс К.М. Теорема Гёделя о неполноте // Математика XX века. Взгляд из Петербурга. – М.: МЦНМО, 2010. – С. 171.

¹⁴¹ Гильберт Д. Математические проблемы // Гильберт Д. Избранные труды. Т. I. – М.: Факториал, 1998. – С. 448, 453.

ций двух аргументов (13), конечность инвариантов действий линейных групп (14). Остальные проблемы задали импульс к развитию своих дисциплин. Часть проблем Гильберта открыты до сегодняшнего дня, например, – гипотезы Римана и Гольдбаха (8), о вещественной топологии алгебраических кривых и числе предельных циклов дифференциального уравнения первого порядка с рациональным полем направлений (16), о плотнейшей упаковке шаров (18).

Программы XX века. Проблемы Гильберта направили развитие математики XX века, но не определили его в полной мере. Следуя традиции, возникли и другие списки актуальных задач, составленные либо в одиночку, либо коллективно. Станислав Улам в 1960 году перечислил интересные ему задачи разных математических дисциплин¹⁴². Актуальные проблемы проективной алгебраической геометрии были указаны в 1979 году Робинотом Хартсхорном¹⁴³. Владимир Игоревич Арнольд предложил обширный список проблем из своей области¹⁴⁴. Ранее советские математики публиковали «Коуровские тетради»¹⁴⁵, – их первый выпуск был составлен на Дне проблем Первого всесоюзного симпозиума по теории групп в посёлке Коуровка под Свердловском 16 февраля 1965 года. В 1969 году появились «Днестровские тетради» и «Свердловские тетради»¹⁴⁶.

В эти обширные списки наряду с задачами заурядными, случайными или чисто техническими, попадали замечательные проблемы, изменявшие направление развития соответст-

¹⁴² Улам С. Нерешённые математические задачи. – М.: Наука, 1964. – 168 с.

¹⁴³ Hartshorne R. Algebraic vector bundles on projective spaces: A problem list // Topology. – 1979. – Vol. 18, N 2. – P. 117–128.

¹⁴⁴ Арнольд В.И. Задачи Арнольда. – М.: Фазис, 2000. – 454 с.

¹⁴⁵ Коуровская тетрадь (нерешённые вопросы теории групп). – Изд. 8-е, доп. – Новосибирск: Ин-т математики СО АН СССР, 1982. – 116 с.

¹⁴⁶ Днестровская тетрадь (нерешённые вопросы теории колец и модулей). – Изд. 4-е, доп. – Новосибирск: Ин-т математики СО АН СССР, 1993. – 73 с.; Свердловская тетрадь. Нерешённые задачи по теории полугрупп. – Изд. 2-е, доп. – Свердловск: Изд-во Уральского гос. ун-та, 1979. – 41 с.

вующих областей. Например, «проблема В. Шпехта» (ДТ, 1.164), решённая математиком Новосибирской алгебраической школы А.Р. Кемером¹⁴⁷, перенаправила усилия по изучению алгебраических тождеств из ассоциативной области в область иных сигнатур, или в алгебры над полями конечной характеристики. Несмотря на анонсы об успехах, до сих пор не решены: проблема простого ассоциативного нилькольца (ДТ, 1.172) и «проблема В.Н. Латышева» (ДТ, 1.92) о существовании ненильпотентной ассоциативной конечноопределённой ниль-алгебры.

Влияние новых проблемных списков оказалось не столь значимым, как у Гильбертова, кроме одного широко известного случая. Не очень давно, в связи с решением Перельманом проблемы Пуанкаре и его последующим отказом от всех наград, стали популярны «Проблемы тысячелетия», поставленные частным математическим институтом американского мецената Л.Т. Клэя в 2000 году. Научно-консультативный совет института Клэя обозначил семь задач, за решение которых обещаны миллионные призы. Помимо упомянутой и уже решённой проблемы Пуанкаре, к «проблемам тысячелетия» были отнесены гипотезы Римана¹⁴⁸, Ходжа, Берча-Свиннертон-Дайера, о равенстве классов P и NP , исследование уравнений Навье-Стокса и уточнение теории Янга-Миллса. Продвижение в отмеченных областях стимулируется организацией семинаров собранных со всего мира специалистов.

Нет однозначного ответа на вопрос: приносит ли коммерческая шумиха вокруг проблем математики больше вреда или пользы? Руководители Американского Математического Сообщества надеются привлечь призами в математику способную молодёжь, иначе выбирающую более доходную дея-

¹⁴⁷ Кемер А.Р. Конечная базирюемость тождеств ассоциативных алгебр // Алгебра и логика. – 1987. – Т. 26, № 5. – С. 597–641.

¹⁴⁸ Увлекательное описание этой проблемы дано в книге: *Дербишир Дж.* Простая одержимость: Бернхард Риман и величайшая нерешённая проблема в математике. – М.: Астрель, Corpus, 2010. – 463 с.

тельность – юриспруденцию, IT, экономику. Другие считают, что дух наживы не совместим с идеалами науки и стоит на пути научно-технического прогресса, поскольку разрушает здоровую коммуникацию и традиционные научные институты, а взамен стимулирует плагиат, имитаторство и халтуру.

Математика ввязалась в маркетинговые игры позднее других дисциплин. Задержке способствовал социальный эксперимент, поставленный дармштадтским врачом и математиком-любителем Паулем Вольфскем. В 1907 году он завещал 100 тысяч марок первому, кто докажет Большую Теорему Ферма (но не за её опровержение). Несмотря на девальвацию марки и самой премии, научные академии, институты и математические кафедры в XX веке испытали напор творческой усилений малоподготовленных энтузиастов. Образец поучительного, но неправильного решения даже появился в замечательной книге¹⁴⁹, – в её 36-й главе с названием «Крик петуха» автор назвал предложенное им доказательство «хулиганским». Ошибочные решения поступали и после 1995 года, когда проблема была окончательно решена английским математиком А. Уайлзом, вскоре получившим за своё достижение почти что все возможные научные почести и награды.

Некоторые современные математики, например, П. Эрдёш, Д. Кнут, Р. Хартсхорн, по примеру учёных Средневековья предлагали за решение интересующих проблем индивидуальные призы, величиной от нескольких центов до нескольких тысяч долларов. Эффективность такой инициативы неизвестна, но ясно, что к решению задач других математиков привлекала не денежная награда, а желание сопричастности к славе её автора, знаменитого учёного.

¹⁴⁹ Анчаров М.Л. Самшитовый лес. – М.: Советский писатель, 1981. – 20 с.

Содержание

От авторов	3
Комментарии к определениям науки	4
Эйлер об источниках знания	11
Ломоносов о задачах учёного	15
О положение науки в царской России	22
О реформе науки	28
О научном мировоззрении	34
О логике научного знания и аргументации	46
О государственной научной политике в СССР	62
Философы-марксисты о науке	80
Науковедение в 1920-30- е годы	90
Приложение 1. Опорные конспекты к курсу «Общие проблемы философии науки»	97
Приложение 2. Опорные конспекты к курсу «История и философии математики»	135

Научное издание

БАРАНЕЦ Наталья Григорьевна
ВЕРЁВКИН Андрей Борисович

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ УЧЁНЫЕ О НАУКЕ

Директор Издательского центра *Т. В. Максимова*
Подготовка оригинал-макета *Л. Г. Соловьевой*
Художник обложки *Н. В. Пенькова*

Подписано в печать 29.11.2019. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 10,2. Тираж 500 экз. Заказ № 135/

Оригинал-макет подготовлен и тираж отпечатан
в Издательском центре
Ульяновского государственного университета
432017, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42