

Библиотека журнала
«Исследователь/Researcher»

К.А. Баженова
А.М. Аронов

Организация
учебно-исследовательской
деятельности школьников

Учебно-методическое пособие

Под редакцией А.С. Обухова



Москва, 2016

|| Содержание

Введение	5
Глава 1. Принципы организации учебно-исследовательской деятельности школьников	9
1.1. Структура исследовательской деятельности Аронов А.М., Баженова К.А.	10
1.2. Условия организации, руководства, управления учебно-исследовательской деятельностью школьников Баженова К.А.	18
1.3. О понятии учебно-предметной проблемы Скрипка А.М.	30
1.4. Постановка исследовательской задачи в образовании Павлов С.В., Баженова К.А.	34
Глава 2. Формы педагогического сопровождения учебных исследований	43
2.1. Дистанционная школа для 4–5 классов: основания и программа Баженова К.А., Кутенкова В.В.	44
2.2. Учебно-исследовательская деятельность школьников второй ступени: культурный прототип Баженова К.А., Ермаков С.В.	59
2.3. Интенсивная школа для 6–8 классов: к постановке образовательной задачи Баженова К.А., Стрельцов Р.В.	63
2.4. Проектирование интенсивной школы по освоению исследовательской деятельности Баженова К.А.	73
Глава 3. Методическое обеспечение сопровождения учебно-исследовательской деятельности школьников	87
3.1. Дистанционная школа «Лаборатория удивлений»: феномены диалогов Баженова К.А.	88
3.2. Об организации решения исследовательской задачи по математике школьниками 5–6 класса Саакян С.Н., Баранова С.В., Баженова К.А.	94

3.3. Учебное исследование на материале математики: задача о расположении деревьев Дмитриева Л. Ю., Баженова К. А.	102
3.4. Рабочая тетрадь для лаборатории «Социальная психология» Шило О. В., Баженова К. А..	113
3.5. Анализ исследовательской работы в рамках «Конкурса исследовательских работ» Аронов А. М., Первышина Г. Г.	121

|| Введение

Подход к проведению международных мониторингов образовательных достижений школьников свидетельствует о том, что в современном мире востребовано умение выделять способ действия и владеть им, применять известные способы и ставить новые задачи. Практика последних лет проведения вступительных испытаний в вузы, когда абитуриент может подавать заявление в несколько вузов одновременно, приводит к тому, что значительная часть школьников не готовится к обучению в вузе — «буду учиться там, куда возьмут». Основным содержанием обучения в ведущих вузах страны являются исследования и проектные разработки самих студентов.

Практически на каждой сессии курсов повышения квалификации педагогов — руководителей исследовательских работ школьников со стороны значительной части педагогов мы слышим стандартный набор вопросов: «Как выбрать тему исследования?», «Как сформулировать проблему?», «С чего начать работу с группой школьников?», «Какие требования к оформлению подготовленной работы и другие такого же рода?». Причем вопросы не зависят от опыта руководства. Руководители ожидают, по-видимому, бессознательно, простые рецептуры и алгоритмы. Один из самых неприятных для педагогов ответов: «Разные конкурсы предъявляют разные требования к содержанию и оформлению работ школьников».

Вузовские преподаватели знают, что рецептурного ответа на эти вопросы нет. Поэтому целесообразно вернуться еще раз к особенностям такой деятельности, которую метафорически можно назвать «руководство учебно-исследовательской деятельностью школьников». Выделим несколько особенностей такого занятия. Во-первых, учебно-исследовательская деятельность направлена не только, и не столько, на получение нового предметного результата, а прежде всего — на освоение школьниками целей, методов и средств исследования. Только через 3–4 года можно рассчитывать на то, что результат школьника будет интересен (и нов) не только для него, но и для взрослого сообщества.

Во-вторых, научная деятельность принципиально коллективна. Ученых-одиночек не существует, причем не только на стадии получения результата, но и, конечно, на стадии публикации статьи.

Без публикации и обязательной проверки (верификации) научного результата нет. Поэтому важно начинать руководство учебными исследованиями в группе школьников и чаще заставлять их выступать с промежуточными результатами.

В-третьих, научная деятельность, как правило, непрерывна, т.е. у каждого результата есть предшествующий результат, на который он опирается и продолжает его, развивает и конкретизирует. Поэтому начинать можно практически с любой интересной для школьника задачи, уже кем-то решенной, и найти ее обобщение или аналог, или конкретизацию. Уже решенная другими задача может быть полезной не только для переформулировки, но и открытия метода или приема решения.

Далее, часто скрытым и для искушенных исследователей остается то, что подготовка работы определяется разными логиками на начальном этапе и на этапе оформления для публикации. На этапе получения результата логика содержательно-генетическая, мысль исследователя нелинейна, она переходит от цели к предмету, от гипотезы к методам и обратно, заставляя несколько раз переформулировать и объект исследования и цель, менять и подбирать методики. Когда же возникает ощущение, что результат есть, теперь его надо оформить в формальной логике, логике линейной, логике вывода, как часто научные результаты и представлены в учебнике.

Отметим еще одно значимое отличие «руководства исследованиями школьников» от деятельности учителя на уроке. Учитель при подготовке и проведении урока в основном занимается организацией (материала и школьников). Деятельность педагога в исследовательском кружке — не только организация, но руководство и управление другими деятельностями, и поэтому требует другого педагогического профессионализма.

Мы постарались при составлении пособия учесть эти и другие особенности «руководства исследованиями школьников» и надеемся, что оно окажется полезным энтузиастам этого направления.

При составлении пособия используются тексты, которые были написаны разными авторами в разные годы. Однако в каждом из текстов участвовали Аронов А.М. и/или Баженова К.А. Среди соавторов есть как ставшие ученые, так и студенты, которые совершали свои педагогические пробы. Благодарим всех соавторов и участников Школ, кто терпеливо и аккуратно размышлял и наблюдал, описывал и структурировал свои мысли и помогал это делать коллегам.

Мы благодарим за продуктивное продолжительное сотрудничество ученых: Первышину Галину Григорьевну (канд. хим. наук, д-ра биол. наук) — за предметную поддержку в вопросах химии, биологии; Скрипку Анну Михайловну (канд. пед. наук) — за конкретизацию граней понимания проблемы в математике; Ермакова Семена

Вячеславовича (канд. филос. наук) — за понимание роли тьюторства в происходящем на исследовательских интенсивных школах; Павлова Сергея Владимировича (канд. тех. наук) — за непонимание текстов, действий и создание гармоничных образовательных загадок-ситуаций.

Благодаря содержательному отношению к происходящему наших студентов Дмитриевой Людмилы, Стрельцова Романа, Кривопаловой Алены, Шило Олеси, Кутенковой Виктории, Бердниковой Ульяны, Лебедевой Юлии, Шкляевой Ирины удалось реализовать яркие образовательные и педагогические события на интенсивных и дистанционных школах. Благодарим соавторов-учителей — Саакян Светлану Николаевну и Баранову Светлану Владимировну за методическую конкретизацию наших идей.

Выражаем благодарность руководителю Красноярского краевого «Научного общества учащихся» Бычковой Елене Юрьевне и педагогам дополнительного образования Литвинцевой Нине Васильевне и Луферчик Татьяне Ивановне за обеспечение организации наших экспериментов, которые терпеливо и ответственно принимали наши задумки и регулярные изменения.

Условные обозначения:



— Приложение на сайте www.nbcmmedia.ru

|| Глава 1. Принципы организации учебно-исследовательской деятельности школьников

Учебно-исследовательская деятельность школьников по структуре воспроизводит исследовательскую деятельность ученых, для которых эта деятельность является основной. Цель учащегося в процессе исследования – не только получить новые для него знания-факты, но и освоить технологию работы со знанием – процесс исследования. Этим позиция школьника отличается от позиции ученого.

В параграфе 1.1 представлено описание структурно-функциональной модели исследовательской деятельности, которое является основным методологическим основанием, положенным в разработку концепции организации учебно-исследовательской работы со школьниками в краевом «Научном обществе учащихся».

Параграф 1.2. посвящен описанию задач педагога-руководителя исследовательской деятельностью школьников с учетом существенных аспектов исследовательской деятельности. Показаны отличия от функций учителя, ученого и эксперта исследовательских работ школьников.

В параграфе 1.3 напоминаем о сути учебно-предметной проблемы. В последнем параграфе вводится новое в контексте обучения понятие «исследовательская задача». Если первое позволяет проектировать содержание интенсивной школы, то второе – может служить базой для разработки концепции программы по предмету

1.1. СТРУКТУРА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



А.М. Аронов, К.А. Баженова

В этом разделе описаны этапы исследовательской деятельности, понимание содержания которых является необходимым условием для конструирования оснований учебно-исследовательской деятельности школьников как деятельности, воспроизводящей научно-исследовательскую деятельность взрослых. Научное исследование, которое проводят ученые, состоит из пяти основных этапов: проблематизация, выдвижение гипотез, обоснование, переоформление для применения и применение. Они являются элементами структурно-функциональной модели научно-исследовательской деятельности. Явное задание этапов модели учебно-исследовательской деятельности школьников позволяет увидеть, что ученики могут создавать исследование практически с любого этапа. Школьники разного возраста могут пройти как полный цикл исследования, так и опустить некоторые этапы. Представляет интерес сравнение этой модели с моделью, которая задает организационную структуру – выбор темы исследования, постановка цели, сбор материала и т.д.

1. Проблематизация

Опишем те пути, которые ведут к постановке проблемы. Новая проблемная ситуация возникает в результате понимания и интерпретации фундаментального открытия или как анализ или синтез существующих фактов, на ее возникновение влияют личная ситуация ученого и восприятие проблемы другими учеными-оппонентами; достижение предшествующей и современной культур.

«Проблемная ситуация – это, прежде всего, познавательная ситуация, выражающаяся в невозможности объяснить имеющиеся факты в рамках существующего знания. Путь к научному открытию начинается с обнаружения проблемной ситуации, проходит через ее формулировку и завершается разрешением этой ситуации»¹.

Таким образом, начиная разрешать проблемную ситуацию, ученый высказывает некоторые предположения о способах и результате разрешения, которые формулируются в гипотезах.

Проблемная ситуация – фундамент формирования научной гипотезы.

«Мы используем тройное понимание проблем для организации работы.

¹ Котина С.В. Проблемная ситуация как аспект научного творчества. Природа научного открытия. – М.: Наука, 1986. – С. 183–191.

1. Проблема как знание о том, что мы не знаем. Этот аспект задает направление поиска и определяет области знания, которые необходимо разрабатывать.
2. Проблема как препятствие в деятельности и мышлении, непреодолимое наличными на данный момент средствами. Этот аспект позволяет конкретизировать проблему до достижимых целей и решаемых задач и организовать поиск необходимых средств и нового профессионализма.
3. Проблема как столкновение двух внутренне непротиворечивых знаний об одном и том же. Это высший уровень проблемности, выводящий на развитие знания, мышления и деятельности»².

2. Выдвижение гипотез

В науке не существует жестких правил открытия и рецептов для выдвижения гипотез. Говоря о гипотезе, важно помнить, что не все из них оправдываются, некоторые являются неверными: «Но неверными могут быть не только интерпретации понятий, но и идеи, приводящие ученых к формулировкам теорий. Идеи, послужившие для ученых мотивами создания теории, почти никогда не сохраняются в фундаменте сложившихся теорий. Чаще всего в науке происходит «оборачивание» метода: то, что является конечным пунктом развития теории, становится исходным пунктом в ее обосновании, тогда как исторически исходная идея отбрасывается»³.

«**Гипотеза** (греч. *hypothesis* — основание, предположение, от *hypó* — под, внизу и *thésis* — положение), то, что лежит в основе, — причина или сущность. При этом первоначальный смысл термина «гипотеза» вошел в содержание понятия «научная гипотеза», выражающего предположительное суждение о закономерной (или причинной) связи явлений. Любая научная гипотеза начинается с познавательного вопроса. Например: «Если небесные тела подчиняются закону свободного падения, то каким образом возможно движение планет?» Вопрос выражает потребность познания — перейти от незнания к знанию, и возникает тогда, когда для ответа на него уже имеются некоторые данные — факты, вспомогательные теории или гипотезы. В этом смысле научная гипотеза по своей гносеологической роли является связующим звеном между «знанием» и «незнанием» (отсюда роль гипотезы в процессах научного открытия). Характеристика гипотезы как основной формы мысленного

² Мацкевич В. В. Полемиические этюды об образовании. — Рига, 1993. — С. 142.

³ Чудинов Э. М. Проблема рациональности и строительные леса науки. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 115–130, С. 118.

освоения мира отражает не только роль гипотезы в естествознании, но в равной мере ее роль в общественных науках»¹.

Науковед В. С. Степин указывает следующий шаг исследовательской деятельности: «Процесс становления теории анализируется обычно в двух взаимосвязанных аспектах: генерация гипотез и их обоснование»².

3. Обоснование

Существуют методы обоснования гипотетических предположений. Например, *мысленный эксперимент, конструирование опыта (серии опытов), моделирование*. Методы обоснования зачастую теоретичны по своей природе.

Эксперимент — (от лат. *experimentum* — проба, опыт), метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления действительности. Отличаясь от наблюдения активным оперированием изучаемым объектом, эксперимент осуществляется на основе теории, определяющей постановку задач и интерпретацию его результатов. Нередко главной задачей эксперимента служит проверка гипотез и предсказаний теории, имеющих принципиальное значение. В связи с этим эксперимент, как одна из форм практики, выполняет функцию критерия истинности научного познания в целом.

Современная наука использует разнообразные виды эксперимента. В сфере фундаментальных исследований простейший тип эксперимента — **качественный эксперимент**, имеющий целью установить наличие или отсутствие предполагаемого теорией явления; **измерительный эксперимент** выявляет количественную определенность какого-либо свойства объекта. Еще один тип эксперимента, находящий широкое применение в фундаментальных исследованиях, — **мысленный эксперимент**. Он относится к области теоретического знания и представляет собой систему мысленных, практически не осуществимых процедур, проводимых над идеальными объектами. Будучи теоретическими моделями реальных экспериментов, ситуаций, мысленные эксперименты проводятся в целях выяснения согласованности основных принципов теории.

В области прикладных исследований применяются все указанные виды эксперимента. Их задача — проверка конкретных теоретических моделей. В прикладных науках применяется **модельный эксперимент**, который ставится на материальных моделях, воспроизводящих существенные черты исследуемой природной ситуации или технического

¹ Большой энциклопедический словарь. — М.: Большая российская энциклопедия, 2002.

² Степин В. С. Становление теории как процесс открытия. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 130–144, С. 130.

устройства. Для обработки результатов эксперимента применяются методы математической статистики, специальная отрасль которой исследует принципы анализа и планирования эксперимента.

С 20-х гг. XX в. развиваются **социальные эксперименты**. Объект социального эксперимента, в роли которого выступает определенная группа людей, является одним из участников эксперимента, с интересами которого необходимо считаться, а сам исследователь оказывается включенным в изучаемую им ситуацию. Содержание и процедуры социальных экспериментов обусловлены также правовыми и моральными нормами общества.

«Несмотря на то, что закон Планка согласовался с данными измерений, для признания его истинности этого было недостаточно. Необходимо было еще концептуальное обоснование. Сам Планк по этому поводу писал: «...даже если формулу для излучения предполагать справедливой с абсолютной точностью, то все же она имеет только формальный смысл удачно угаданного закона. Поэтому со дня установления этой формулы я был занят тем, что старался придать ей истинно физический смысл...»³.

«Конструктивным методом исследования, доказавшим свою полезность на этапах анализа и синтеза, является **метод математического моделирования**. В терминах системного анализа моделирование эквивалентно изучению «черного ящика» (исследуемого объекта) путем сравнения его с «белым ящиком» (моделью). «Черный ящик» отображает фактические данные. Модель — это система, состоящая из известных компонентов и обладающая такой структурой, которая воспроизводит зависимость между «входами» и «выходами», эквивалентную зависимости между «входами» и «выходами» «черного ящика». Движение индуктивным путем от «черного ящика» к модели или дедуктивным путем от модели к «черному ящику» позволяет постепенно заменить «черный ящик» «белым»⁴.

При выделении подсистем объекта встает вопрос о выборе уровня сложности детализации. «Упрощение включает в себя два этапа: 1) логически интуитивный, или первичный анализ экспериментального материала, позволяющий выделить существенные переменные системы и соответствующим образом перегруппировать экспериментальный материал; 2) формальный, или синтез математической модели, позволяющий упростить ее путем введения дополнительных ограничений»⁵.

³ Чудинов Э. М. Проблема рациональности и строительные леса науки. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 115–130, С. 122.

⁴ Иванецкий Г. Р. Стратегия научного поиска и исследование автоволновых процессов в распределенных возбудимых средах. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 69–83, С. 75.

⁵ Там же. — С. 76.

«Прогнозируя поведение системы на основе феноменологической модели, можно осуществлять целенаправленное планирование эксперимента для постановки ключевых опытов, указывающих на истинность или ошибочность модели. Обращение на этапе синтеза к более абстрактному языку описания позволяет в некоторых случаях построить модели, которые, хотя и отличаются существенным образом от реальных систем в каких-то аспектах, оказываются качественно подобными им»¹.

«Обоснование теоретической модели опытом осуществляется при помощи особых процедур отображения составляющих ее абстрактных объектов на объекты экспериментально-измерительных ситуаций. Такое отображение предполагает мысленное экспериментирование, в ходе которого устанавливается соответствие между признаками абстрактных объектов и отношениями объектов опыта. Описанием процедур отображения теоретической модели на объекты экспериментальных ситуаций являются правила соответствия, благодаря которым величины, фигурирующие в уравнениях, получают связь с опытом. Правила соответствия составляют содержание операциональных определений величин, фигурирующих в уравнениях теорий. Такие определения имеют двухслойную структуру, ибо включают: 1) описание идеализированной процедуры измерения (измерение в рамках мысленного эксперимента) и 2) описание приемов построения данной процедуры как идеализации реальных экспериментов и измерений, обобщаемых в теории»².

4. Переоформление для применения

«...исследуемый факт формируется всегда в определенном теоретическом языке, который формируется на базе общекультурных и профессиональных представлений»³.

«Великое открытие, когда оно только что появляется, почти всегда наверняка возникает в запутанной, неполной и бессвязной форме. Самому открывателю оно понятно только наполовину. Для всех остальных — оно полная тайна. Поэтому любое построение, которое не кажется на первый взгляд безумным, не может иметь надежды на успех»⁴.

¹ Иванецкий Г. Р. Стратегия научного поиска и исследование автоволновых процессов в распределенных возбудимых средах. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 69–83, С. 75..

² Степин В. С. Становление теории как процесс открытия. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 130–144, С. 134.

³ Картина С. В. Проблемная ситуация как аспект научного творчества. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 183–191, С. 184.

⁴ Деклокаров К. Х. Эвристическая роль философии в научном открытии. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 23–51, С. 27.

В библиографических описаниях можно найти массу примеров о том, что требуется умение не только ставить опыт, проводить мысленный эксперимент, но и представлять результат своей работы в форме текста, понятного читателю. Норберт Винер описывает, что некоторые известные ему физические факты требовали нового понимания для того, чтобы их могли использовать ученые. П. Л. Капица пишет: «Я чувствую некоторое затруднение, приступая к изложению моих работ в области жидкого гелия. Большинство слушателей привыкло, конечно, к аналитическому мышлению, необходимому во всякой научной работе, но я боюсь, что сами проблемы физики для многих из вас далеки... Оценить методику работы, технику постановки опыта, методику и точность измерений для человека, не работавшего в лаборатории, и к тому же, в данной области, мне кажется, очень трудно. Мое положение затрудняется тем, что на сегодняшний день область моего доклада еще далека от жизни и мало известна»⁵.

Например, перед нами стоит следующая практическая задача: принесли доску в комнату, оказалось, что ее длина больше, чем высота стены. Необходимо так отпилить часть доски, чтобы ее длина совпала с высотой стены. Необходимо так отпилить часть доски, чтобы ее длина совпала с высотой стены. Непосредственно измерить высоту стены нельзя, но мы можем выполнять другие измерения. Решение весьма простое, если приложить доску к потолку, а противоположную сторону «совместить с полом», то «сбоку» мы увидим прямоугольный треугольник, в котором нам известны длины катета (расстояние от нижнего края доски до стены) и гипотенузы (доска). Теперь остается вспомнить теорему Пифагора и приспособить ее для нашего случая. Фактически, мы вводим новую зависимость длины катета от длин гипотенузы и другого катета, тогда как изначально было известно соотношение длины гипотенузы и длин катетов. Мы переоформили известную нам теорему для применения к конкретному случаю (что потребовало введения новой функции «квадратный корень»).

5. Применение

Некоторые теоретические факты имеют практическое применение, например, архитектура основывается на таких теоретических науках, как механика, физика, химия. Но некоторые алгебраические уравнения, которые преобразуют школьники на уроках алгебры, не имеют физического или иного толкования.

На данный момент мы можем выделить три типа применения, использования нового открытия, проведенного исследования.

Первый тип — **практическое (прикладное) применение**, когда полученный в ходе исследования результат используется при совер-

⁵ Капица П. Л. Эксперимент. Теория. Практика: Статьи и выступления. — М.: Наука, 1987. — 496 с.

шении какого-либо изобретения. Например, открытие Фарадеем индукции использовалось при изобретении электромоторов. Правда, от открытия до его практического применения может пройти не один десяток лет¹.

Второй тип — **применение для совершенствования методов производства**. Пример применения текучести жидкого гелия приводит П. Л. Капица: «дело касается испытания крыльев и фюзеляжа аэропланов на обтекаемость... Интересно, что кинематическая вязкость почти для всех текучих сред оказывается больше или мало отличается от кинематической вязкости воздуха, исключение одно — это жидкий гелий. Предложение Л. Г. Лойцянского сводится к тому, чтобы изучать аэродинамические свойства моделей самолетов в потоке жидкого гелия. Теоретически идея правильная, экспериментально смелая»². Такие применения могут быть совсем неожиданными, относиться к областям, от которых сам исследователь очень далек, о которых он не осведомлен и не мог думать, когда вел свои работы. Эти идеи должны быть результатом сотрудничества и интереса к взаимной работе людей с творческим воображением, работающих над развитием самых разнообразных областей нашей жизни.

Третий тип — **применение открытия для постановки новых проблемных ситуаций**. Этот вид применения возвращает исследователя на первый этап процесса исследования.

«В то же время применение некоторых теоретических фактов приводит нас в область постановки новых проблем. «Если мы будем рассматривать теорию на стадии ее становления с точки зрения норм логической и методологической строгости зрелой теории, то становящаяся теория предстанет перед нами как нагромождение некорректностей и даже ошибок. Но в то же время многие из них — это такого рода ошибки, без которых зрелая теория не могла бы возникнуть. Будучи чем-то иррациональным с точки зрения узкого понимания рациональности, они рациональны в более широком смысле»³.

Список литературы:

1. *Аронов А. М., Баженова К. А.* Очерки об исследовательской деятельности. — Красноярск, КДПиШ, 2006. — 20 с.
2. *Большой энциклопедический словарь*. — М.: Большая российская энциклопедия, 2002.

¹ Капица П. Л. Эксперимент. Теория. Практика: Статьи и выступления. — М.: Наука, 1987. — 496 с.

² Там же

³ Чудинов Э. М. Проблема рациональности и строительные леса науки. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 115–130, С. 115.

3. *Деклокаров К. Х.* Эвристическая роль философии в научном открытии, Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 23–51.
4. *Иванецкий Г. Р.* Стратегия научного поиска и исследование автоволновых процессов в распределенных возбудимых средах. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 69–83.
5. *Капица П. Л.* Эксперимент. Теория. Практика: Статьи и выступления. — М.: Наука, 1987. — 496 с.
6. *Картина С. В.* Проблемная ситуация как аспект научного творчества. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 183–191.
7. *Мацкевич В. В.* Полемические этюды об образовании. — Рига, 1993.
8. *Степин В. С.* Становление теории как процесс открытия. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 130–144.
9. *Чудинов Э. М.* Проблема рациональности и строительные леса науки. Природа научного открытия. — М.: Наука, 1986. — С. 115–130.