

В каком времени может идти биологическая эволюция?¹

Ю.В. Чайковский

*Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН,
117861 Москва, ул. Обручева, 30а, корп. В*

Тридцать лет назад С.В. Мейен, открывая своим докладом наш семинар, изложил свое понимание времени. Определение он взял у Х.Ф. Вольфа, философа XVIII века: «Время есть изменчивость индивида». Определение странное, не вполне для меня понятное (несмотря на беседы с самим С.В. Мейеном), но недавно палеонтолог и философ С.С. Лазарев [2007, с. 73] сделал пояснение: физическое время служит для измерения, а мейеновское – для классификации.

Одно вполне ясно – время мыслится тут как нечто многомерное. Это значит, что никакими часами его нельзя измерить. Как увидим, то же самое присутствует и в других концепциях времени.

У обоих мыслителей носителем времени служит индивид – понятие целостное, а значит, такое время можно ввести только там, где есть целостная система, причем у каждой системы время свое.

Как геолог, С.В. Мейен более всего почитал стратиграфическое время, задаваемое не самими годами (они лишь предполагаются из посторонних соображений), а последовательностью земных слоев. У него даже есть статья «Время без часов, или Похвальное слово создателям геохронологии» [Мейен, 1986]. В самом деле, основные представления о геологических процессах были созданы до появления понятия абсолютного возраста, основанного на измерении изотопного состава образцов, а появление одного понятия (середина XX столетия) вовсе не повлекло перестройки системы геологических периодов, хотя сроки примерно удвоились.

Однако при этом (системном) понимании времени возникает одна существенная трудность: существует ли общее для всех явлений понятие времени? Если да, то как его ввести, если же нет, то как жить и строить науку?

После доклада С.В. Мейена один физик спросил меня: зачем все эти сложности? Вот, говорит, у меня часы, и ими я буду мерить все процессы во всех системах (ну, кроме далеких). Ему можно ответить так: прежде всего, сам феномен «времени без часов» говорит, что измерение времени не является необходимым для его понимания. Тем более, не является измерение для этого достаточным, ибо измерить можно и непонятое. А для пользования явлением надо его именно понимать.

Простой пример: сто лет назад были созданы (в одном экземпляре) столь точные механические часы, что удалось обнаружить неравномерность (доли секунды) астрономических суток (T), то есть неравномерность вращения Земли. Это было весьма важно для теории, но как удалось понять, что дело в самой Земле, а не в ошибке хода часов? Дело в том, что от T зависят многие физические величины, не зависящие друг от друга, кроме как через T , и все они (измеряемые иными приборами) сместились с изменением T одинаково, поскольку образуют единую физическую систему.

И все же у физиков обычно позитивистское заблуждение – что физическая величина определяется через процедуру ее измерения. Это не так. Например, нет ничего проще, чем регулярно измерять рост ребенка и даже выразить его зависимость от времени формулой, однако что такое рост организма – один из самых запутанных вопросов биологии.

Далее, всем известно, что паспортный возраст человека далеко не всегда говорит о степени его зрелости или старения. Уже одно это свидетельствует, что физические часы, основанные на движении Земли, не являются собой универсального механизма, годного для определения хода времени. А ведь это – лишь указание на несоответствие скоростей процессов, не затрагивающее вопроса о соответствии их направлений.

¹ Доклад 18 марта 2014 года на семинаре «Феномен времени» (МГУ, руководитель семинара – А.П. Левич).

Направление времени

Дать времени общее определение не удастся, поскольку нет понятий, ему предшествующих (И.Кант называл время *первой интуицией сознания*). Единственное, чему тут люди научились – время измерять, то есть сравнивать с эталонами. Мы такие процессы находить умеем (таковы смена суток, месяцев и лет), и первое их свойство – течь всегда в одну сторону: Солнце никогда не пойдет в дневное время с запада на восток.

Мы привыкли, что время всегда течет в одну сторону. Разумеется, «первая интуиция сознания» такова, но стоит придумать времени какую-либо формулировку, как дело усложняется: у придуманного времени можно поменять знак. Например, физики школы И.Пригожина любят говорить (сильно упрощая природу), что направление времени задается необратимостью самопроизвольных процессов: Земля остывает, камень падает вниз, железо из горных пород рассеивается, и время (полагают) при этом возрастает. (О таких процессах со времен Л.Больцмана говорят: «энтропия растет».) Противоположные процессы (печка нагревается, снаряд летит вверх, железо скапливается на свалках металлолома) можно назвать текущими в обратном направлении, в сторону уменьшения общезначимого времени. На мой взгляд, от таких определений одна путаница.

При обсуждении вопроса о направлении времени чаще всего задают вопрос о знаке направления времени: может ли время течь назад? При этом моду задавали и задают фантасты, как это обычно при становлении научной дисциплины. Хотя чаще всего они понимают проблему наивно и превратно, но зачастую именно они первыми задают важные вопросы – так было и с освоением космоса, и с компьютерами, и с передачей энергии, и со многим другим.

Фантасты заняты в основном самым простым вопросом о направлении времени – о его знаке, чем и определяется расхожее понимание явления. Сводится оно к убеждению, что хрононавт может, сидя внутри машины времени, оставаться самим собой, то есть жить в привычном ему времени. Тем самым, время толкуется как *экранируемое поле*.

Далее, для такого движения нужна непрерывно пустая пещера в монолите, неподвижном в

течение всего путешествия. В противном случае требуется «хронопрожектор», чтобы заранее узнавать о препятствии, и возможность «объезжать во времени» предметы. Что значат то и другое, совсем неясно, однако одно можно сказать определенно: *в одномерном времени никакой объезд невозможен*. Что касается объезда в пространстве каждого временного препятствия, то для этого надо двигаться с низкой скоростью, вряд ли намного большей, чем обычное течение времени.

Однако фантасты полагают, что возможно не прямое движение во времени (через *иные измерения* многомерного пространства-времени), и вот это нам далее понадобится при обсуждении процесса эволюции.

Если же говорить о путешествии в будущее, то прежде всего встает вопрос: существует ли оно (и превращается в настоящее) или же настоящее возникает из небытия? Фантасты предпочитают видеть *будущее существующим* (некоторые – неоднозначным), и данный вопрос оказался главным для понимания эволюции: создается ли в ней нечто принципиально новое (*эмердженты*²) или же только реализуются потенции? Два главных спорщика об эволюции (христианство и дарвинизм) видят только реализацию потенций. Впрочем, дарвинизм этот факт яростно отрицает, как отрицает и эмерджентную эволюцию.

Таковы трудности даже скалярного понимания времени. Еще труднее понять не скалярное время. Если привычное (астрономическое) время есть скалярная ось, то что означают слова «поперек оси» – одновременность или движение вне времени? Представить легче всего одновременность, однако не следует забывать, что христианские богословы полагают Бога существующим вне времени, и это – тоже поперек оси обычного времени, но поперек всей оси, а не отдельной ее точки.

Сказанное побуждает задать вопрос: какие свойства времени нужны (какие необходимы, какие достаточны), чтобы текли жизненные процессы вообще? Затем уже, по выяснении условий протекания повседневных процессов жизни, можно спросить: какие свойства времени нужны, чтобы могла протекать биоэволюция?

Повседневное биологическое время

Еще В.И. Вернадский [1980, с. 81] принимал «гипотезу, что пространство внутри живого вещества есть иное, чем внутри косных естественных тел <...>, что время выражается в нем по-

лярным вектором». То есть – что время многомерно. Если так, то для уяснения сути жизни

² Термин, введенный в работе [Lewes, 1875, p. 412].

нужны новые математика и физика – мысль, до сих пор чуждая биологии. В связи с этим С.В. Мейен [2003, с. 131] заметил: «<...> сейчас носятся с Вернадским, с его биосферой и ноосферой. Но ведь это – самое неинтересное в его творчестве <...>. Но его концепцию времени и пространства ни физики, ни философы в упор не видят. Там надо уже крепко шевелить мозгами».

Нежелание или неумение «шевелить мозгами» привело не только к отрицанию проблемы времени, но и к таким странным идеям, как упомянутая идея статистического времени по И.Пригожину [2006].

Прежде всего, надо понять, является ли биологическое время однонаправленным. Нет, и в этом легко убедиться. Взяв в качестве исходного то направление времени, какое задают часы (астрономическое время), отыщем главный процесс, характерный для жизни.

Если обладать только световым микроскопом, то этот процесс – деление клеток. Клетки делятся, растут и снова делятся, чем и задается направление жизненного времени как у одно-, так и многоклеточных. В терминах С.В. Мейена, изменчивость индивида основана здесь на увеличении числа как самих клеток, так и различных типов клеток. Клон клеток при этом неминуемо *стареет*.

Но один процесс в жизни особи течет наоборот – *половой процесс*, когда клетки соединяются. Именно при нем происходит, говоря языком техники, «обнуление всех счетчиков», так что новый организм начинает жизнь «с нуля», с младенчества. Сворачивается *антистарение*. Тем самым, жизненное время становится *циклическим*.

Замечу, что древние греки полагали циклическим *историческое* время, что тоже близко к нашей теме, так как эволюция – тоже история.

При половом процессе антистарение происходит мгновенно, однако оно может течь и постепенно. Самое простое «движение назад во времени» проявляют те же организмы, что обнаруживают самую простую многоклеточность (в отличие от колониальных, *многоклеточными* называют организмы, образующие особые многоклеточные органы размножения); эти организмы – *миксоформы*, то есть миксобактерии в царстве прокариот, а также миксомицеты (слизевики, слизевые грибы) и акразиевые в царстве грибов.

Принадлежа разным царствам, виды этих типов ведут себя сходно (параллелизм) в том смысле, что индивиды часть жизни проводят как одноклеточные, а затем сползаются в колонию, на которой вырастают плодовые тела – яркие «грибочки». Причем миксомицет производит *возврат в биологическом времени* целиком – до слияния клеток включительно.

Возврат во времени выступает у миксоформ как самостоятельное явление, которое видно тут лучше, чем в половом процессе. Возможно, что оно возникло сперва у миксоформ, а затем было использовано для полового процесса, но возможно и наоборот (миксоформы в ископаемом виде не сохраняются). Так или иначе, кроме привычного нам времени, всегда текущего в одну сторону, есть и другое, циклическое, притом в рамках жизни одного поколения.

Если течение времени назад понять сравнительно легко, то есть процессы, которые вообще не укладываются в понятное нам явление времени. Таковы *преадаптации*.

О преадаптациях

Преадаптацией называют такое изменение организма, которое оказывается полезным не в тех условиях, в каких данный вид жил в момент возникновения изменения, а в тех, в какие попал гораздо позже. Ее часто рассматривают как довод в пользу *ортогенеза* (эволюции в однажды заданном направлении, подобно полету пули), однако от этого заявления до понимания сути явления еще далеко.

Первые примеры преадаптаций, приведенные еще Ч.Дарвином, можно было трактовать как свойства, бесполезные при возникновении, возникшие *случайно* и *случайно же* оказавшиеся полезными позже, в других условиях. Таковы черепные швы, подвижные у зародышей высших позвоночных: возникнув у пресмыкающихся, они оказались полезными у млекопитающих

(особенно у людей) для прохождения головы через узкий родовой путь.

Зоолог Люсьен Кено в 1901 году собрал много таких примеров (например, плавательные перепонки на пальцах некоторых сухопутных животных) и объяснил их *«зародышевой изобретательностью»*, каковая порождает исходные зачатки преадаптаций, порождает случайно в том смысле, что их появление не связано с потребностью организма в них. Что *зародышевая изобретательность и эмерджент – одно и то же*, Л.Кено и его последователи не заметили. Дальнейшее совершенствование преадаптаций Л.Кено приписал обычному процессу приспособления.

Осталось незамеченным, что редкая случайность мыслится в ходе единичного акта преадап-

тации *дважды*, а это делает ее частое возникновение невозможным. Однако преадаптации наблюдаются в эволюции регулярно: любое сколько-нибудь сложное приспособление при ближайшем рассмотрении оказывается преадаптацией. Однако арифметика в эволюционизме традиционно игнорируется.

Игнорируется здесь и логика: ведь акт случайности – это разрыв причинно-следственной цепочки, а никакая теория не строится сплошь на таких разрывах. Для построения теории преадаптаций требуется иное их понимание – в терминах причин и следствий.

Сто лет феномен преадаптации трактовали по Л.Кено, не видя в них особой загадки природы, но недавно выяснилось, что загадка есть и она фундаментальна, даже если пренебречь арифметикой и логикой. В виде примера приведу сложный членистый скелет конечности, *спрятанный внутри* плавника *кистеперой рыбы*. Его сложность являет резкий контраст с простотой выполняемой функции. Он всерьез понадобился гораздо позже, наземным животным, и при этом (вот удивительно) сильно упростился.

Тем самым, такой скелет не только появился вообще (что объясняют совпадением редких случайностей), но и долгое время (миллионы лет) формировался вне процедуры приспособления.

У кистеперых было три пары конечностей. Первой, вероятно, возникла задняя, расположенная в вертикальной плоскости, то есть ни на что не годная. (Ф.Я. Дзержинский нашел и здесь смысл: «действуют <...> подобно оперению стрелы»; но даже если и допустить, что «стрела»

полезна, то членистое строение ей явно ни к чему.) Однако обладатели излишнего блока не исчезли в борьбе за жизнь, а распространились по всему океану и тиражировали блок в горизонтальной плоскости (смена симметрии); грудная и брюшная пары членистых плавников стали прообразом лап четвероногих. (Для формирования настоящих лап понадобился иной скелет.)

Плавники кистеперых были излишне сложны и упростились, когда стали использоваться по назначению. Можно спорить, могли ли кистеперые ползать (ныне ползающие рыбы имеют простые плавники, а не членистые), но несомненно, что пользоваться своими «кистями», скрытыми в толще тела плавников, не могли.

Еще 35 лет назад философ Эрнст Янч указал на возможный путь к решению проблемы. Он полагал, что само понятие процесса приспособления надо переосмыслить: этот процесс не может протекать как ответ на сиюминутные воздействия среды, поскольку последняя *слишком изменчива*. Он может быть только интегральным. Иными словами, всякое существенное приспособление есть *преадаптация*, причем она *является итогом приспособления*, но не в какой-то отдельный исторический момент, а *в течение всего времени существования* носителей самого данного органа и его зачатков. По Э.Янчу [Jantsch, 1980, с. 16], «биологическая эволюция совершает эксперимент с целым филумом, эффективный сейчас».

Такой подход необычен для биологов, но вполне обычен для любого физика, помнящего *принцип наименьшего действия*.

Принцип наименьшего действия

Принцип наименьшего действия открыл замечательный физик, биолог и философ Пьер Луи Мопертюи в 1746 году как принцип механики, но затем тот оказался работающим во многих отраслях физики. Принцип гласит: из всех движений, возможных между данными точками, реализуется то, при котором *действие* (произведение энергии на время) минимально.

Если в результате движения энергия движущегося тела не меняется, то, согласно принципу наименьшего действия, минимальным должно быть *время* движения, и еще за 90 лет до Мопертюи математик Пьер Ферма показал, что закон преломления света вытекает из принципа минимального времени движения света в двух средах. А за 50 лет до Мопертюи Иоганн Бернулли показал, что линией скорейшего спуска является *циклоида* – кривая, описываемая точкой на оси колеса. Такая «экономность» математического мира

(циклоида обладает и другими замечательными свойствами) наводила на мысль о вмешательстве высшей силы, а к тому же кривые с минимальными свойствами стали появляться в печати одна за другой.

Еще один пример: если тело не движется, то принцип наименьшего действия означает, что тело должно занять положение с минимально возможной потенциальной энергией. Действительно, *цепная линия* обладает таким свойством. А в 1744 году Леонард Эйлер показал замечательное свойство цепной линии: она ограничивает поверхность мыльной пленки, натянутой между двумя кольцами.

Мопертюи стал искать здесь общий принцип и нашел его: для всех известных в его время (описываемых уравнениями тогдашней механики) движений минимально действие (произведение энергии на время). Он был уверен, что от-

крыл основополагающий принцип естествознания, включая науку о живом, и что принцип свидетелствует о мудрости Бога.

Хотя для явлений живого мира уравнений записать нельзя, но Мопертюи нашел свой принцип и тут: утверждал наличие в природе простых «первичных законов», таких, что наблюдаемые явления суть лишь «слишком сложные следствия этих законов».

Бог создал мир, варьируя комбинации наименьшего возможного набора простых законов (Мопертюи в [Вариационные принципы..., 1959]). Эту старинную идею и возродил, по сути, Э.Янч. Он, как и А.А. Любищев, видел в приспособлении *не цель эволюции, а ее средство*, аспект целесообразности, каковую надо оценивать не для одного момента (как в ламаркизме и дарвинизме), а интегрально, за все время эволюции. Хотя теории еще и нет, но сказанного Э.Янчем достаточно для некоторых предварительных выводов.

Если в механике максимально экономное движение совершается в наблюдаемом нами четырехмерном пространстве-времени, то в эволюции оно возможно лишь *в многомерном фазовом пространстве*, где, в частности, и *время многомерно*. Дело в том, что в пространстве теорети-

ческой механики все возможные движения заданы заранее, тогда как в мире реальной эволюции – нет.

После Э.Янча стало ясно, что эволюционный процесс, который в наблюдаемом пространстве выглядит как движение к заранее выбранной цели, может в действительности не быть таковым, поскольку протекает не в этом пространстве, а в многомерном системном континууме, где координатами являются температуры, концентрации, связи и т.п. В таком пространстве данный процесс может быть *обусловлен не целью, а действующей причиной*.

Можно ли воспользоваться столь общей философской идеей для ориентации конкретных биологических исследований? Думаю, да. Биологи-эволюционисты до сих пор пользуются физической картиной мира XVII века, им давно пора войти хотя бы в век двадцатый.

Даже время по Н.А. Козыреву [1991], вполне физическое, двумерно – кроме его обычно признаваемого течения, доступного измерению, он признавал плотность времени. К сожалению, мне осталось непонятным, почему акты активности материи, не имеющие объяснения, Н.А. Козырев объяснял изменением плотности времени.

Новое в проблеме времени

То, что сказано до сих пор, относилось к теме моего доклада 30-летней давности. С тех пор в эволюционизме мало что изменилось, наука же, наоборот, ушла вперед очень далеко. В отношении темы сегодняшнего доклада существенно, на мой взгляд, следующее.

1. Загадочность появления у рыб их *кистеперости* сильно дополнена исследованием дальнейшей эволюции кистеперых и наземных четвероногих, которая тоже оказалась цепью преадаптаций. Прекрасный пример являет первая амфибия *акантостега* (поздний девон Восточной Гренландии). Она имела легкие и жабры, а также четыре лапы с очень сложным скелетом, но *негодные для движения по суше из-за отсутствия голеностопного сустава*.

Английский палеонтолог Дженнифер Клэк пришла к выводу: «Было обнаружено много новых окаменелостей, которые <...> полностью перевернули прежние представления о происхождении и эволюции ранних тетрапод <...>. Акантостега имела конечности, оканчивающиеся пальцами, но эти ноги не были приспособлены для наземного существования <...>, акантостега была проамфибией, то есть лишь “зачатком” четвероногого животного, полностью адаптирован[ным] к жизни в воде <...>. Все меньше под-

тверждений находила гипотеза, согласно которой выход на сушу сопровождался формированием конечностей со ступнями. Напротив <...> конечности тетрапод сформировались тогда, когда они обитали в воде» [Клэк, 2006, с. 53, 54].

Итак, первое четвероногое жило в воде и почему-то отрастило себе непригодные для дела ноги. Это – типичный *номогенез*, о существовании которого ни сама Дж.Клэк, ни ее коллеги не знают.

Эволюция здесь шла отнюдь не путем вытеснения лучшими худших, а путем сокращения численности: акантостега найдена многократно, зато другие переходные стадии (их, насколько знаю, найдено 6 за 20 млн лет эволюции) представлены *единственными* экземплярами (находками), несмотря на 80 лет целенаправленных экспедиционных поисков. Наоборот, находки предшествующих (кистеперые рыбы и акантостега), одновременных (ихтиостега) и последующих (первые амфибии) стадий достаточно многочисленны.

Налицо *затруднявшая жизнь* тенденция, которая состояла в усложнении трех блоков (плавник–ласт, позвоночник, часть черепа) при отсутствии главного блока (суставов, годных для опоры) и отставании остальных блоков (например, другие плавники, хвост).

Другими преадаптациями, столь же известными и столь же непонятными с позиции наличных концепций эволюции, являются перо птиц и двуногость людей.

Преадаптация противоречит не только идее отбора, но и вообще идее приспособления как процесса, как чего-то, *текущего в физическом времени*. Недаром Л.Кено связывал ее с энтелехией, а физиолог-эволюционист А.Г. Зусмановский видел в ней проявление «принципа опережающего отражения действительности» [Чайковский, 2008, пп. 4-10, 6-14]. Сам феномен преадаптации отрицать невозможно, и обычно ее признают без лишних рассуждений.

Преадаптация выглядит как частный случай *сопряженности* – одного из главных феноменов эволюции. В рамках «эволюции сверху» сопряженность одновременно живущих видов вполне обычна, однако здесь мы имеем ее не в пространстве и не на множестве признаков, а *во времени*. Остается напомнить, что сопряженность в пространстве тоже далеко не понятна, так что и она, видимо, вызвана взаимодействием в некоем многомерном пространстве.

2. Многие организмы и в наше время процветают при весьма низкой размножаемости. Так, орхидеи часто называют вершиной эволюции растений, ибо их цветки поражают красотой и сложностью, а семейство орхидных – самое обширное (35 тыс. видов). Пока мир растений описывали флористы (изучающие, что где растет) и систематики (их занимает классификация организмов), все казалось просто. Однако в XX веке за дело взялись физиологи и экологи, и красивая картинка потускнела, а затем распалась.

Критерием эволюционного успеха в казенной

(преподаваемой) науке принято считать успешность размножения. Но орхидеи размножаются хуже всех цветковых, ибо не имеют двойного оплодотворения – главного приобретения цветковых. У них крайне затруднено опыление, а их семена не имеют эндосперма, созревают медленно (год или два, как у хвойных) и только при содействии грибов-симбионтов. Поэтому виды орхидей малочисленны.

Надо бы признать их маргиналами, кандидатами на вымирание. Этого никто не делает, наоборот, их часто называют венцом царства растений, то есть все признают фактически, что их прогресс шел иначе, чем принято полагать, но так же, как у предков четвероногих – помимо преимущества в размножении. Если рассматривать «время по С.В. Мейену» как основу классификации, то надо признать, что семейство орхидных живет и эволюирует в ином времени, нежели основная масса цветковых.

3. Последнее, что стоит заметить: теория биоэволюции не появится, пока биологи мыслят в рамках физики XVII века. В последние десятилетия физики многократно обращались к идеям пространства многих измерений, из которых лишь четыре нами наблюдаемы.

В наше время обсуждение природы времени часто ведется в космологии, а в биоэволюции – отнюдь. Космологи же внесли огромный вклад в проблему, обнаружив *темную энергию*, которую справедливо увязывают с антигравитацией. Тем самым, разбегание галактик (с ним обычно связывают направление космологического времени) можно трактовать без обращения к идее роста энтропии, а потому время космологов приемлемо для будущей теории биоэволюции.

Литература

- Вариационные принципы механики. Сборник статей классиков науки под ред. Л.С. Полака. – М.: Изд-во физ.-мат. литературы, 1959. – 930 с.
- Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. – М.: Наука, 1980. – 456 с.
- Клэк Дж. Трудный путь на сушу // В мире науки. – 2006. – №3. – С. 52–59.
- Козырев Н.А. Избранные труды. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. – 448 с.
- Лазарев С.С. Памяти С.В. Мейена: о философских основаниях науки // In memoriam. С.В. Мейен: палеоботаник, эволюционист, мыслитель. – М.: ГЕОС, 2007. – С. 67–82.
- Мейен С.В. Время без часов, или Похвальное слово создателям геохронологии // Знание – сила. – 1986. – №12. – С. 33, 34.
- Мейен С.В. Письмо Б.М. Миркину от 16 августа 1986 г. // Эволюция флор в палеозое. – М.: ГЕОС, 2003. – С. 131, 132.
- Пригожин И. От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках. 3-е изд. – М.: URSS, 2006. – 296 с.
- Чайковский Ю.В. Активный связный мир: Опыт теории эволюции жизни. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 726 с.
- Jantsch E. The self-organizing universe: Scientific and Human Implications of the Emerging Paradigm of Evolution. – N. Y.: Pergamon Press, 1980. – 342 pp.
- Lewes G.H. Problems of Life and Mind. Vol. 2. – L., 1875. – 430 pp.