**Великий вклад Г.Менделя в развитие экспериментальной генетики**

Реферат выполнил Кутафин Владимир Петрович, гр. 931а

Тюменская Государственная Сельскохозяйственная Академия

Зооинженерный факультет

Отделение «Водные биоресурсы и аквакультура»

Кафедра аквакультуры

Тюмень 2004

**Введение**

Генетика – область биологии, изучающая наследственность и изменчивость. Человек всегда стремился управлять живой природой: структурно-функциональной организацией живых существ, их индивидуальным развитием, адаптацией к окружающей среде, регуляцией численности и т. д. Генетика ближе всего подошла к решению этих задач, вскрыв многие закономерности наследственности и изменчивости живых организмов и поставив их на службу человеческому обществу. Этим объясняется ключевое положение генетики среди других биологических дисциплин.

Человеком давно отмечены три явления, относящиеся к наследственности: во-первых, сходство признаков потомков и родителей; во-вторых, отличия некоторых (иногда многих) признаков потомков от соответствующих родительских признаков; в-третьих, возникновение в потомстве признаков, которые были лишь у далеких предков. Преемственность признаков между поколениями обеспечивается процессом оплодотворения. С незапамятных времен человек стихийно использовал свойства наследственности в практических целях – для выведения сортов культурных растений и пород домашних животных.

Первые идеи о механизме наследственности высказали еще древнегреческие ученые Демокрит, Гиппократ, Платон, Аристотель. Автор первой научной теории эволюции Ж.-Б. Ламарк воспользовался идеями древнегреческих ученых для объяснения постулированного им на рубеже XVIII-XIX вв. принципа передачи приобретенных в течение жизни индивидуума новых признаков потомству. Ч. Дарвин выдвинул теорию пангенезиса, объяснявшую наследование приобретенных признаков. Законы наследственности, открытые Г. Менделем, заложили основы становления генетики как самостоятельной науки.

**Как всё начиналось**

В начале ХIХ века, в 1822 году, в Австрийской Моравии, в деревушке Ханцендорф, в крестьянской семье родился мальчик. Он был вторым ребёнком в семье. При рождении его назвали Иоганном, фамилия отца бала Мендель.

Жилось нелегко, ребенка не баловали. С детства Иоганн привык к крестьянскому труду и полюбил его, в особенности садоводство и пчеловодство. Как пригодились ему навыки, приобретённые в детстве.

Выдающиеся способности обнаружились у мальчика рано. Менделю было 11 лет, когда его перевели из деревенской школы в четырехклассное училище ближайшего городка. Он и там сразу проявил себя и уже через год оказался в гимназии, в городе Опаве.

Платить за учебу и содержать сына родителям было трудно. А тут ещё обрушилось на семью несчастье: отец тяжело пострадал – ему на грудь упало бревно. В 1840 Иоганн окончил гимназию и параллельно – школу кандидатов в учителя.

Несмотря на трудности, Мендель продолжает учебу. Теперь уже в философских классах в городе Оломеуц. Тут учат не только философии, но и математике, физике – предметам, без которых Мендель, биолог в душе, не мыслил дальнейшей жизни. Биология и математика! В наши дни это сочетание неразрывно, но в 19 веке казалось нелепым. Именно Мендель был первым, кто продолжил в биологии широкую колею для математических методов.

Он продолжает учиться, но жизнь тяжела, и вот настают дни, когда по собственному признанию Менделя, “дальше переносить подобное напряжение не под силу”. И тогда в его жизни наступает переломный момент: Мендель становится монахом. Он отнюдь не скрывает причин, толкнувших его на этот шаг. В автобиографии пишет: “Оказался вынужденным занять положение, освобождающее от забот о пропитании”. Не правда ли, откровенно? И при этом ни слова о религии, боге. Неодолимая тяга к науке, стремление к знаниям, а вовсе не приверженность к религиозной доктрине привели Менделя в монастырь. Ему исполнился 21 год. Постригавшиеся в монахи в знак отрешения от мира принимали новое имя. Иоганн стал Грегором.

Был период, когда его сделали священником. Совсем недолгий период. Утешать страждущих, снаряжать в последний путь умирающих. Не очень – то это нравилось Менделю. И он делает все, чтобы освободиться от неприятных обязанностей.

Иное дело учительство. Мендель преподавал в городской школе, не имея диплома учителя, и преподавал хорошо. Его бывшие ученики с теплотой вспоминают о нем – сердечном, благожелательном, умном, увлеченном своим предметом.

Интересно, что Мендель дважды сдавал экзамен на звание учителя и … дважды проваливался! А ведь он был образованнейшим человеком. Нечего говорить о биологии, классиком которой Мендель вскоре стал, он был высокоодаренный математик, очень любил физику и отлично знал её.

Провалы на экзаменах не мешали его преподавательской деятельности. В городском училище Брно Менделя-учителя очень ценили. И он преподавал, не имея диплома.

В жизни Менделя были годы, когда он превращался в затворника. Но не перед иконами склонял он колена, а… перед грядками с горохом. С утра и до самого вечера трудился он в маленьком монастырском садике(35 метров длины и 7 метров ширины). Здесь с 1854 по 1863 год провел Мендель свои классические опыты, результаты которых не устарели по сей день. Своим научными успехами Г.Мендель обязан также и необычайно удачным выбором объекта исследований. Всего в четырёх поколениях гороха он обследовал 20 тысяч потомков.

Около 10 лет шли опыты по скрещиванию гороха. Каждую весну Мендель высаживал растения на своем участке. Доклад “Опыты над растительными гибридами”, который был прочитан брюнским естествоиспытателям в 1865 году, оказался неожиданностью даже для друзей.

Горох был удобен по различным соображениям. Потомство этого растения обладает рядом чётко различимых признаков - зелёный или жёлтый цвет семядолей, гладкие или, напротив, морщинистые семена, вздутые или перетянутые бобы, длинная или короткая стеблевая ось соцветия и так далее. Переходных, половинчатых "смазанных" признаков не было. Всякий раз можно было уверенно говорить "да" или "нет", "или - или", иметь дело с альтернативой. А потому и оспаривать выводы Менделя, сомневаться в них не приходилось. И все положения теории Менделя уже никем не были опровергнуты и по заслугам стали частью золотого фонда науки.

**Классические законы Г.Менделя**

Основные законы наследуемости были описаны чешским монахом Грегором Менделем более века назад, когда он преподавал физику и естественную историю в средней школе г. Брюнна (г. Брно).

Мендель занимался селекционированием гороха, и именно гороху, научной удаче и строгости опытов Менделя мы обязаны открытием основных законов наследуемости: закона единообразия гибридов первого поколения, закона расщепления и закона независимого комбинирования.

Некоторые исследователи выделяют не три, а два закона Менделя. При этом некоторые ученые объединяют первый и второй законы, считая, что первый закон является частью второго и описывает генотипы и фенотипы потомков первого поколения (F1). Другие исследователи объединяют в один второй и третий законы, полагая, что «закон независимого комбинирования» есть в сущности «закон независимости расщепления», протекающего одновременно по разным парам аллелей. Однако в отечественной литературе речь идет о трех законах Менделя.

Г. Мендель не был пионером в области изучения результатов скрещивания растений. Такие эксперименты проводились и до него, с той лишь разницей, что скрещивались растения разных видов. Потомки подобного скрещивания (поколение F1) были стерильны, и, следовательно, оплодотворения и развития гибридов второго поколения (при описании селекционных экспериментов второе поколение обозначается F2) не происходило. Другой особенностью доменделевских работ было то, что большинство признаков, исследуемых в разных экспериментах по скрещиванию, были сложны как по типу наследования, так и с точки зрения их фенотипического выражения. Гениальность Менделя заключалась в том, что в своих экспериментах он не повторил ошибок предшественников. Как писала английская исследовательница Ш. Ауэрбах, «успех работы Менделя по сравнению с исследованиями его предшественников объясняется тем, что он обладал двумя существенными качествами, необходимыми для ученого: способностью задавать природе нужный вопрос и способностью правильно истолковывать ответ природы». Во-первых, в качестве экспериментальных растений Мендель использовал разные сорта декоративного гороха внутри одного рода Pisum. Поэтому растения, развившиеся в результате подобного скрещивания, были способны к воспроизводству. Во-вторых, в качестве экспериментальных признаков Мендель выбрал простые качественные признаки типа «или /или» (например, кожура горошины может быть либо гладкой, либо сморщенной), которые, как потом выяснилось, контролируются одним геном. В-третьих, подлинная удача Менделя заключалось в том, что выбранные им признаки контролировались генами, содержавшими истинно доминантные аллели. И, наконец, интуиция подсказала Менделю, что все категории семян всех гибридных поколений следует точно, вплоть до последней горошины, пересчитывать, не ограничиваясь общими утверждениями, суммирующими только наиболее характерные результаты (скажем, таких–то семян больше, чем таких-то).

Мендель экспериментировал с 22 разновидностями гороха, отличавшимися друг от друга по 7 признакам (цвет, текстура семян и т.д.). Свою работу Мендель вел восемь лет, изучил 20 000 растений гороха. Все формы гороха, которые он исследовал, были представителями чистых линий; результаты скрещивания таких растений между собой всегда были одинаковы. Результаты работы Мендель привел в статье 1865 г., которая стала краеугольным камнем генетики. Трудно сказать, что заслуживает большего восхищения в нем и его работе – строгость проведения экспериментов, четкость изложения результатов, совершенное знание экспериментального материала или знание работ его предшественников.

**Первый закон единобразия гибридов первого поколения**

Данный закон утверждает, что скрещивание особей, различающихся по данному признаку (гомозиготных по разным аллелям), дает генетически однородное потомство (поколение F1), все особи которого гетерозиготны. Все гибриды F1 могут иметь при этом либо фенотип одного из родителей (полное доминирование), как в опытах Менделя, либо, как было обнаружено позднее, промежуточный фенотип (неполное доминирование). В дальнейшем выяснилось, что гибриды первого поколения F1, могут проявить признаки обоих родителей (кодоминирование). Этот закон основан на том, что при скрещивании двух гомозиготных по разным аллелям форм (АА и aа) все их потомки одинаковы по генотипу (гетерозиготны – Аа), а значит, и по фенотипу.

**Второй закон расщепления**

Этот закон называют законом (независимого) расщепления. Суть его состоит в следующем. Когда у организма, гетерозиготного по исследуемому признаку, формируются половые клетки – гаметы, то одна их половина несет один аллель данного гена, а вторая – другой. Поэтому при скрещивании таких гибридов F1 между собой среди гибридов второго поколения F2 в определенных соотношениях появляются особи с фенотипами, как исходных родительских форм, так и F1.

В основе этого закона лежит закономерное поведение пары гомологичных хромосом (с аллелями А и а), которое обеспечивает образование у гибридов F1 гамет двух типов, в результате чего среди гибридов F2 выявляются особи трех возможных генотипов в соотношении 1АА: 2 Аа: 1аа. Иными словами, «внуки» исходных форм – двух гомозигот, фенотипически отличных друг от друга, дают расщепление по фенотипу в соответствии со вторым законом Менделя.

Однако это соотношение может меняться в зависимости от типа наследования. Так, в случае полного доминирования выделяются 75% особей с доминантным и 25% с рецессивным признаком, т.е. два фенотипа в отношении 3:1. При неполном доминировании и кодоминировании 50% гибридов второго поколения (F2) имеют фенотип гибридов первого поколения и по 25% – фенотипы исходных родительских форм, т. е. наблюдается расщепление 1:2:1 .

**Третий закон независимого комбинирования (наследования) признаков**

Этот закон говорит о том, что каждая пара альтернативных признаков ведет себя в ряду поколений независимо друг от друга, в результате чего среди потомков первого поколения (т.е. в поколении F2) в определенном соотношении появляются особи с новыми (по сравнению с родительскими) комбинациями признаков. Например, в случае полного доминирования при скрещивании исходных форм, различающихся по двум признакам, в следующем поколении (F2) выявляются особи с четырьмя фенотипами в соотношении 9:3:3:1. При этом два фенотипа имеют «родительские» сочетания признаков, а оставшиеся два – новые. Данный закон основан на независимом поведении (расщеплении) нескольких пар гомологичных хромосом. Так, при дигибридном скрещивании это приводит к образованию у гибридов первого поколения (F 1) 4 типов гамет (АВ, Ав, аВ, ав), а после образования зигот – к закономерному расщеплению по генотипу и, соответственно, по фенотипу в следующем поколении (F2).

Парадоксально, но в современной науке огромное внимание уделяется не столько самому третьему закону Менделя в его исходной формулировке, сколько исключениям из него. Закон независимого комбинирования не соблюдается в том случае, если гены, контролирующие изучаемые признаки, сцеплены, т.е. располагаются по соседству друг с другом на одной и той же хромосоме и передаются по наследству как связанная пара элементов, а не как отдельные элементы. Научная интуиция Менделя подсказала ему, какие признаки должны быть выбраны для его дигибридных экспериментов, – он выбрал несцепленные признаки. Если бы он случайно выбрал признаки, контролируемые сцепленными генами, то его результаты были бы иными, поскольку сцепленные признаки наследуются не независимо друг от друга.

С чем же связана важность исключений из закона Менделя о независимом комбинировании? Дело в том, что именно эти исключения позволяют определять хромосомные координаты генов (так называемый локус).

В случаях когда наследуемость определенной пары генов не подчиняется третьему закону Менделя, вероятнее всего эти гены наследуются вместе и, следовательно, располагаются на хромосоме в непосредственной близости друг от друга. Зависимое наследование генов называется сцеплением, а статистический метод, используемый для анализа такого наследования, называется методом сцепления. Однако при определенных условиях закономерности наследования сцепленных генов нарушаются. Основная причина этих нарушений – явление кроссинговера, приводящего к перекомбинации (рекомбинации) генов. Биологическая основа рекомбинации заключается в том, что в процессе образования гамет гомологичные хромосомы, прежде чем разъединиться, обмениваются своими участками.

Кроссинговер – процесс вероятностный, а вероятность того, произойдет или не произойдет разрыв хромосомы на данном конкретном участке, определяется рядом факторов, в частности физическим расстоянием между двумя локусами одной и той же хромосомы. Кроссинговер может произойти и между соседними локусами, однако его вероятность значительно меньше вероятности разрыва (приводящего к обмену участками) между локусами с большим расстоянием между ними.

Данная закономерность используется при составлении генетических карт хромосом (картировании). Расстояние между двумя локусами оценивается путем подсчета количества рекомбинаций на 100 гамет. Это расстояние считается единицей измерения длины гена и называется сентиморганом в честь генетика Т. Моргана, впервые описавшего группы сцепленных генов у плодовой мушки дрозофилы – любимого объекта генетиков. Если два локуса находятся на значительном расстоянии друг от друга, то разрыв между ними будет происходить так же часто, как при расположении этих локусов на разных хромосомах.

Используя закономерности реорганизации генетического материала в процессе рекомбинации, ученые разработали статистический метод анализа, называемый анализом сцепления.

**Условия существования законов**

Законы Менделя в их классической форме действуют при наличии определенных условий. К ним относятся:

1) гомозиготность исходных скрещиваемых форм;

2) образование гамет гибридов всех возможных типов в равных соотношениях (обеспечивается правильным течением мейоза; одинаковой жизнеспособностью гамет всех типов; равной вероятностью встречи любых гамет при оплодотворении);

3) одинаковая жизнеспособность зигот всех типов.

Нарушение этих условий может приводить либо к отсутствию расщепления во втором поколении, либо к расщеплению в первом поколении; либо к искажению соотношения различных генотипов и фенотипов. Законы Менделя имеют универсальный характер для всех диплоидных организмов, размножающихся половым способом. В целом они справедливы для аутосомных генов с полной пенетрантностью (100%-ой частотой проявления анализируемого признака; 100%-ая пенетрантность подразумевает, что признак выражен у всех носителей аллеля, детерминирующего развитие этого признака) и постоянной экспрессивностью (т.е. постоянной степенью выраженности признака); постоянная экспрессивность подразумевает, что фенотипическая выраженность признака одинакова или примерно одинакова у всех носителей аллеля, детерминирующего развитие этого признака.

**Признание законов Менделя**

Великие открытия часто признаются не сразу. Хотя труды Общества, где была опубликована статья Менделя, поступили в 120 научных библиотек, а Мендель дополнительно разослал 40 оттисков, его работа имела лишь один благосклонный отклик – от К. Негели, профессора ботаники из Мюнхена. Негели сам занимался гибридизацией, ввел термин «модификация» и выдвинул умозрительную теорию наследственности. Однако он усомнился в том, что выявленные на горохе законы имеет всеобщий характер и посоветовал повторить опыты на других видах. Мендель почтительно согласился с этим. Но его попытка повторить на ястребинке, с которой работал Негели, полученные на горохе результаты оказалась неудачной. Лишь спустя десятилетия стало ясно почему. Семена у ястребинки образуются партеногенетически, без участия полового размножения. Наблюдались и другие исключения из принципов Менделя, которые нашли истолкование гораздо позднее. В этом частично заключается причина холодного приема его работы. Начиная с 1900 г., после практически одновременной публикации статей трех ботаников – Х. Де Фриза, К. Корренса и Э. Чермака-Зейзенегга, независимо подтвердивших данные Менделя собственными опытами, произошел мгновенный взрыв признания его работы. 1900 считается годом рождения генетики.

Вокруг парадоксальной судьбы открытия и переоткрытия законов Менделя создан красивый миф о том, что его работа оставалась совсем неизвестной и на нее лишь случайно и независимо, спустя 35 лет, натолкнулись три переоткрывателя. На самом деле, работа Менделя цитировалась около 15 раз в сводке о растительных гибридах 1881 г., о ней знали ботаники. Более того, как выяснилось недавно при анализе рабочих тетрадей К. Корренса, он еще в 1896 г. читал статью Менделя и даже сделал ее реферат, но не понял в то время ее глубинного смысла и забыл.

Стиль проведения опытов и изложения результатов в классической статье Менделя делают весьма вероятным предположение, к которому в 1936 г. пришел английский математический статистик и генетик Р.Э. Фишер: Мендель сначала интуитивно проник в «душу фактов» и затем спланировал серию многолетних опытов так, чтобы озарившая его идея выявилась наилучшим образом. Красота и строгость числовых соотношений форм при расщеплении (3:1 или 9:3:3:1), гармония, в которую удалось уложить хаос фактов в области наследственной изменчивости, возможность делать предсказания — все это внутренне убеждало Менделя во всеобщем характере найденных им на горохе законов. Оставалось убедить научное сообщество. Но эта задача столь же трудна, сколь и само открытие. Ведь знание фактов еще не означает их понимания. Крупное открытие всегда связано с личностным знанием, ощущениями красоты и целостности, основанных на интуитивных и эмоциональных компонентах. Этот внерациональный вид знания передать другим людям трудно, ибо с их стороны нужны усилия и такая же интуиция.

**Значение работ Менделя для развития генетики**

В 1863 г. Мендель закончил эксперименты и в 1865 г. на двух заседаниях Брюннского общества естествоиспытателей доложил результаты своей работы. В 1866 г. в трудах общества вышла его статья «Опыты над растительными гибридами», которая заложила основы генетики как самостоятельной науки. Это редкий в истории знаний случай, когда одна статья знаменует собой рождение новой научной дисциплины. Почему принято так считать?

Работы по гибридизации растений и изучению наследования признаков в потомстве гибридов проводились десятилетия до Менделя в разных странах и селекционерами, и ботаниками. Были замечены и описаны факты доминирования, расщепления и комбинирования признаков, особенно в опытах французского ботаника Ш. Нодена. Даже Дарвин, скрещивая разновидности львиного зева, отличные по структуре цветка, получил во втором поколении соотношение форм, близкое к известному менделевскому расщеплению 3:1, но увидел в этом лишь «капризную игру сил наследственности». Разнообразие взятых в опыты видов и форм растений увеличивало количество высказываний, но уменьшало их обоснованность. Смысл или «душа фактов» (выражение Анри Пуанкаре) оставались до Менделя туманными.

Совсем иные следствия вытекали из семилетней работы Менделя, по праву составляющей фундамент генетики. Во-первых, он создал научные принципы описания и исследования гибридов и их потомства (какие формы брать в скрещивание, как вести анализ в первом и втором поколении). Мендель разработал и применил алгебраическую систему символов и обозначений признаков, что представляло собой важное концептуальное нововведение. Во-вторых, Мендель сформулировал два основных принципа, или закона наследования признаков в ряду поколений, позволяющие делать предсказания. Наконец, Мендель в неявной форме высказал идею дискретности и бинарности наследственных задатков: каждый признак контролируется материнской и отцовской парой задатков (или генов, как их потом стали называть), которые через родительские половые клетки передаются гибридам и никуда не исчезают. Задатки признаков не влияют друг на друга, но расходятся при образовании половых клеток и затем свободно комбинируются у потомков (законы расщепления и комбинирования признаков). Парность задатков, парность хромосом, двойная спираль ДНК – вот логическое следствие и магистральный путь развития генетики ХХ века на основе идей Менделя.

Название новой науки – генетика (лат. «относящийся к происхожде-нию, рождению») – было предложено в 1906 г. английским ученым В. Бэтсоном. Датчанин В. Иоганнсен в 1909 г. утвердил в биологической литературе такие принципиально важные понятия, как ген (греч. «род, рождение, происхождение»), генотип и фенотип. На этом этапе истории генетики была принята и получила дальнейшее развитие менделевская, по существу умозрительная, концепция гена как материальной единицы наследственности, ответственной за передачу отдельных признаков в ряду поколений организмов. Тогда же голландский ученый Г. де Фриз (1901) выдвинул теорию изменчивости, основанную на представлении о скачкообразности изменений наследственных свойств в результате мутаций.

Работами Т.Г. Моргана и его школы в США (А. Стертевант, Г. Меллер, К. Бриджес), выполненными в 1910-1925 гг., была создана хромосомная теория наследственности, согласно которой гены являются дискретными элементами нитевидных структур клеточного ядра – хромосом. Были составлены первые генетические карты хромосом плодовой мушки, ставшей к тому времени основным объектом генетики. Хромосомная теория наследственности прочно опиралась не только на генетические данные, но и на наблюдения о поведении хромосом в митозе и мейозе, о роли ядра в наследственности. Успехи генетики в значительной мере определяются тем, что она опирается на собственный метод – гибридологический анализ, основы которого заложил Мендель.

**Заключение**

Менделевская теория наследственности, т.е. совокупность представ-лений о наследственных детерминантах и характере их передачи от родителей к потомкам, по своему смыслу прямо противоположна доменделевским теориям, в частности теории пангенезиса, предложенной Дарвином. В соответствии с этой теорией признаки родителей прямо, т.е. от всех частей организма, передаются потомству. Поэтому характер признака потомка должен прямо зависеть от свойств родителя. Это полностью противоречит выводам, сделанным Менделем: детерминанты наследственности, т.е. гены, присутствуют в организме относительно независимо от него самого. Характер признаков (фенотип) определяется их случайным сочетанием. Они не модифицируются какими-либо частями организма и находятся в отношениях доминантности-рецессивности. Таким образом, менделевская теория наследственности противостоит идее наследования приобретенных в течение индивидуального развития признаков.

Опыты Менделя послужили основой для развития современной генетики – науки, изучающей два основных свойства организма – наследственность и изменчивость. Ему удалось выявить закономерности наследования благодаря принципиально новым методическим подходам:

1) Мендель удачно выбрал объект исследования;

2) он проводил анализ наследования отдельных признаков в потомстве скрещиваемых растений, отличающихся по одной, двум и трем парам контрастных альтернативных признаков. В каждом поколении велся учет отдельно по каждой паре этих признаков;

3) он не просто зафиксировал полученные результаты, но и провел их математическую обработку.

Перечисленные простые приемы исследования составили принципиально новый, гибридологический метод изучения наследования, ставший основой дальнейших исследований в генетике.

**Список литературы**

Алиханян С.И., Акифьев А.П., Чернин Л.С. Общая генетика: Учеб. – М.: Высш. шк., 1985 г.

Гайсинович А.Е. Зарождение и развитие генетики. – М.: Высш. шк., 1988г.

Горелов А.А. Концепции современного естествознания. – М.: Владос, 2000 г.

Концепции современного естествознания / Под ред. В.Н. Лавриненко, В.П. Ратникова. – М.: ЮНИТИ, 2000 г.

Концепции современного естествознания / Самыгин С.И. и др. – Ростов н/Д.: Феникс, 1997 г.

Лемеза Н.А., Камлюк Л.В., Лисов Н.Д. Биология в экзаменационных вопросах и ответах. – М.: Рольф, Айрис-пресс, 1998 г.

Равич-Щербо И.В., Марютина Т.М., Григоренко Е.Л. Психогенетика: Учеб. / Под ред. И.В. Равич-Щербо. - М.: Аспект-Пресс, 2000 г.

Рузавин Г.И. Концепции современного естествознания: Курс лекций. – М.: Проект, 2002 г.