

NEIL SHUBIN

THE UNIVERSE WITHIN

Discovering the Common History
of Rocks, Planets, and People



Династия

Серия “Элементы” основана в 2007 г.



Нил Шубин

ВСЕЛЕННАЯ ВНУТРИ НАС

Что общего у камней,
планет и людей

Перевод с английского
канд. хим. наук Татьяны Мосоловой



Издательство АСТ. Москва

УДК 573
ББК 28.02
Ш95

Издание осуществлено при поддержке
Фонда некоммерческих программ Дмитрия Зими́на “Династия”

Художественное оформление и макет серии **Андрея Бондаренко**

Шубин, Нил

Ш95 Вселенная внутри нас: что общего у камней, планет и людей / Нил Шубин;
пер. с англ. Т. Мосоловой. — М.: АСТ: CORPUS, 2013. — 272 с. — (Элементы).

ISBN 978-5-17-081413-8

“...Возвратишься в землю, из которой ты взят, ибо прах ты и в прах возвратишься”, — напоминает Библия. “Так и есть”, — соглашается автор бестселлера “Внутренняя рыба” (2008; рус. пер. 2010), профессор биологии Чикагского университета и член Национальной академии наук США Нил Шубин. И уточняет: человек состоит в кровном родстве не только со всеми живыми организмами, но и с землей, с водой и воздухом, с нашей планетой, с Галактикой и всей Вселенной. Наши тела сотканы за миллиарды лет эволюции из “звездной пыли”. Автор пересказывает — буквально с космическим размахом — историю человечества, начавшуюся еще в момент Большого взрыва.

УДК 573
ББК 28.02

ISBN 978-5-17-081413-8

- © Neil Shubin, 2013
- © Т. Мосолова, перевод на русский язык, 2013
- © А. Бондаренко, художественное оформление, макет, 2013
- © ООО “Издательство АСТ”, 2013
Издательство CORPUS ®



Династия

Фонд некоммерческих программ

“Династия”

основан в 2002 году

Дмитрием Борисовичем Зиминым,
почетным президентом компании “Вымпелком”.
Приоритетные направления деятельности Фонда —
развитие фундаментальной науки и образования
в России, популяризация науки и просвещение.

В рамках программы по популяризации науки
Фондом запущено несколько проектов.

В их числе — сайт elementy.ru, ставший одним
из ведущих в русскоязычном Интернете
тематических ресурсов,

а также проект “Библиотека ‘Династии’” —
издание современных научно-популярных книг,
тщательно отобранных экспертами-учеными.

Книга, которую вы держите в руках,
выпущена в рамках этого проекта.

Более подробную информацию о Фонде “Династия”
вы найдете по адресу

www.dynastyfdn.ru

*Посвящается Мишель,
Натаниэлю и Ханне*

Оглавление

<i>Пролог</i>	11
Глава 1. И все завертелось	13
Глава 2. Эхо далеких взрывов	27
Глава 3. Под счастливой звездой	48
Глава 4. О времени	71
Глава 5. От малого к большому	97
Глава 6. Соединяем точки	118
Глава 7. Цари горы	143
Глава 8. То в жар, то в холод	164
Глава 9. Голые факты	183
Глава 10. Матери изобретений	208
<i>Примечания и дополнительная литература</i>	222
<i>Благодарности</i>	244
<i>Иллюстрации</i>	248
<i>Предметно-именной указатель</i>	251

Пролог

Значительную часть времени я занимаюсь тем, что разглядываю камни под ногами, и поэтому у меня сложился определенный взгляд на жизнь и на Вселенную. Ответы на интересующие меня вопросы о возникновении живых организмов я ищу в песках пустынь или в арктических льдах. Возможно, кому-то это покажется странным, но примерно тем же занимаются и те мои коллеги, которые вглядываются в свет далеких звезд и галактик, рисуют карты океанического дна или изучают поверхность бесплодных планет Солнечной системы. Объединяют нашу работу некоторые из самых удивительных идей, когда-либо рожденных человечеством — идеи о том, как возникли мы и весь наш мир.

Именно эти идеи вдохновили меня на создание моей первой книги — “Внутренняя рыба”*. В каждом органе, в каждой клетке, в каждом фрагменте ДНК в нашем организме запечатлены следы трех с половиной миллиардов лет истории жизни

* Рус. пер.: Шубин Н. *Внутренняя рыба: история человеческого тела с древнейших времен до наших дней*. М.: Астрель: CORPUS, 2010. — *Здесь и далее — примечания переводчика.*

на Земле. Эта история определила форму наших тел, но ключ к ее разгадке следует искать в отпечатках древних червей на камнях, в ДНК рыб и в гуще водорослей на дне прудов.

Обдумывая первую книгу, я понял, что черви, рыбы и водоросли указывают нам на другие, еще более глубокие связи, уходящие в прошлое на миллиарды лет, когда на Земле еще не существовало никакой жизни. Рождение звезд, движение небесных тел и даже появление дня и ночи оставили следы внутри нас.

За последние 13,7 миллиарда лет в результате Большого взрыва возникла Вселенная, стали появляться и исчезать звезды, образовалась из космической материи наша планета. С тех пор Земля неустанно вращалась вокруг Солнца, а на ней появлялись и исчезали моря и континенты. Многочисленные открытия прошлого столетия подтвердили многомиллиардную историю Земли, необъятность космоса и скромное положение человека на древе жизни. Все эти новые знания могут вызвать законный вопрос: неужели задача ученых состоит именно в том, чтобы заставлять людей чувствовать себя мелкими, ничтожными созданиями перед бесконечностью пространства и времени?

Но разве, расщепляя крошечные атомы и наблюдая за галактиками, изучая камни на самых высоких вершинах и в самых глубоких океанических впадинах, а также исследуя ДНК всех живущих ныне существ, мы не открываем изумительно прекрасную истину? В каждом из нас живет глубочайшая история всего сущего.

ГЛАВА 1

И все завертелось

С высоты птичьего полета я и мой напарник могли бы показаться двумя черными песчинками, застрявшими высоко на склоне среди камней, льда и снега. Подходил к концу наш долгий маршрут, и мы возвращались в лагерь, разбитый на гряде, зажатой между двумя крупнейшими ледовыми щитами планеты. Под ясным северным небом лежало пространство от дрейфующих льдов Арктики на востоке до безграничных ледниковых покровов Гренландии на западе. После продуктивного дня и долгой прогулки мы, увидев эту величественную картину, почувствовали себя на вершине мира.

Однако внезапно состоянию блаженства пришел конец, и все потому, что почва под ногами переменялась. Мы пересекали полосу материковой породы, и бурый песчаник уступил место участку розового известняка, а это, как нам было известно, верный признак того, что поблизости могут найтись окаменелости. Мы уже несколько минут разглядывали валуны, когда я заметил необычный отблеск, исходивший от одного из камней размером с дыню. Опыт работы в полевых условиях на-

учил меня прислушиваться к внутреннему голосу. Мы приехали в Гренландию для охоты за мелкими окаменелостями, и потому я привык разглядывать камни сквозь увеличительное стекло. Это блестела белая крупинка размером не больше кунжутного семечка. Добрых пять минут я разглядывал камень, а потом передал находку Фаришу, моему спутнику, чтобы услышать его авторитетное мнение.

Фариш замер, вглядываясь в крупинку, а потом посмотрел на меня с восторгом и изумлением. Стащив перчатки, он высоко, метров на пять, подбросил их — и крепко сжал меня в объятиях.

Подобный взрыв эмоций отвлек меня от абсурдности ситуации: бурный восторг вызвала находка зуба размером с песчинку! Но мы нашли то, что искали три года, потратив уйму денег, то, в погоне за чем не раз растягивали себе связки на ногах: недостающее звено между пресмыкающимися и млекопитающими возрастом около двухсот миллионов лет. Конечно, наш проект не сводился к поиску одного-единственного трофея. Этот маленький зуб — лишь одна из ниточек, связывающих нас с древностью. В гренландских скалах заключена часть тех сил, что некогда сформировали наши тела, нашу планету и даже нашу Вселенную.

Отыскать связи с этим древним миром — все равно что обнаружить в оптической иллюзии первоначальный рисунок. Мы ежедневно видим людей, камни и звезды. Но тренируйте глаза — и привычные вещи предстанут перед вами в необычном ракурсе. Если вы научитесь смотреть на мир, то предметы и звезды станут для вас окном в прошлое — таким огромным, что оно почти не поддается осознанию. В нашем общем далеком прошлом случались страшные катастрофы, и они не могли не отразиться на живых существах.

Как огромный мир может отразиться в маленьком зубе или даже в человеческом теле?

Я начну с рассказа о том, как я и мои коллеги впервые попали на ту горную гряду в Гренландии.

Представьте себе долину, простирающуюся так далеко, насколько хватает глаз. И вы ищете здесь окаменелости размером с точку в конце предложения. Окаменелости и необъятная долина несопоставимы по размерам, но любая долина покажется крошечной в сравнении с поверхностью Земли. Научиться отыскивать следы древней жизни — значит научиться смотреть на камни не как на неподвижные объекты, но как на динамические сущности, часто с историей, насыщенной событиями. Это относится и ко всему нашему миру, и к нашим телам, представляющим собой “моментальный снимок”, запечатлевший определенный момент времени.

За последние полтора века тактика открытия мест для охоты за окаменелостями почти не изменилась. В принципе, здесь нет ничего сложного: следует найти участок, где на поверхности лежат камни интересующего нас возраста, причем такие, в которых с наибольшей вероятностью могут содержаться окаменелости. Чем меньше придется копать, тем лучше. Этот подход, который я описал в своей книге “Внутренняя рыба”, позволил мне и моим коллегам в 2004 году обнаружить остатки рыбы, готовившейся выйти на сушу.

Будучи студентом, в начале 80-х годов я вошел в группу, занимавшуюся разработкой новых методов поиска окаменелостей. В нашу задачу входил поиск самых ранних родственников млекопитающих. Ученые отыскивали ископаемые остатки мелких животных, напоминающих землероек, и их родственников-пресмыкающихся, однако к середине 80-х годов зашли в тупик. Возникшую проблему лучше всего описывает известная шутка: “Каждое найденное недостающее звено создает два новых пробела в ископаемой летописи”. Мои коллеги

внесли свой вклад в создание новых пробелов и были вынуждены заполнять их, в том числе разыскивая камни возрастом около двухсот миллионов лет.

Обнаружению новых местонахождений окаменелостей способствовали экономические и политические события: в поисках источников нефти, газа и других полезных ископаемых многие государства стимулировали создание геологических карт. Поэтому практически в любой геологической библиотеке есть журнальные статьи, отчеты и — на что мы всегда очень рассчитываем! — карты территорий, регионов и стран с детальным описанием возраста, структуры и минерального состава пород, выходящих на поверхность. Задача в том, чтобы найти правильную карту.

Профессор Фариш А. Дженкинс-младший возглавлял исследовательскую группу в Музее сравнительной зоологии в Гарварде. Поиск окаменелостей — это его хлеб, точнее, его самого и его команды, и поиск они начали в библиотеке. Ключевую роль в этом исследовании сыграли коллеги Фариша из другой лаборатории — Чак Шафф и Билл Эймерал. Они использовали свой богатый опыт в геологии, чтобы указать потенциальные места нахождения ископаемых, и, что тоже важно, натренировались видеть на земле мелкие окаменелости. Совместная работа Чака и Билла нередко выглядела как долгая дружеская дискуссия: один выдвигал новую гипотезу, а другой с жаром пытался ее опровергнуть. Если гипотезе удавалось устоять, они выносили ее на суд Фариша, с его логикой и научным чутьем, для вынесения окончательного решения.

Однажды в 1986 году во время такой дискуссии Билл увидел на столе у Чака копию справочника компании “Шелл” по отложениям пермского и триасового периодов. Перелистывая страницы, Билл наткнулся на карту Гренландии с небольшим заштрихованным участком отложений триасового периода на восточном побережье, лежащем на 72-м граду-

се северной широты, примерно на широте самого северного мыса Аляски. Изучив карту, Билл заявил, что именно с этого места следует начать поиски. Завязалась обычная дискуссия: Чак доказывал, что горные породы здесь не те, а Билл ему возражал.

Счастливым случай позволил завершить спор тут же, у книжной полки. За несколько недель до этого Чак рылся в библиотечном хламе и выудил из него оттиск статьи “Обзор стратиграфии триасовых отложений Земли Скоресби и Земли Джеймсона в Восточной Гренландии”, написанной датскими геологами в 70-х годах. Мало кто мог тогда себе представить, что это чудом спасенное из макулатуры сочинение определит нашу жизнь на десять лет вперед. Дискуссия закончилась буквально в ту минуту, когда Билл и Чак взглянули на карты в статье.

Аспирантская комната находилась чуть дальше по коридору, и, как это частенько случалось, в конце дня я заглянул к Чаку. Билл вертелся тут же, и было ясно, что они только что по обыкновению спорили. Билл сунул мне оттиск статьи. Это было именно то, что мы искали. На восточном побережье Гренландии, напротив Исландии, имелись отложения, в которых встречаются остатки первых млекопитающих, динозавров и другие сокровища.

Карты выглядели необычно, даже пугающе. Восточное побережье Гренландии — место удаленное и гористое. Названия местностей связаны с именами путешественников прошлого: Земля Джеймсона, Земля Скоресби, полуостров Вегенера. И некоторые из них, как мне было достоверно известно, именно там и погибли.

К счастью, хлопоты легли на плечи Фариша, Билла и Чака. Имея за плечами в сумме шестьдесят лет полевых работ, они накопили множество знаний о проведении экспедиций в самых разных условиях. Хотя какой опыт мог подготовить нас к предстоящему путешествию? Один опытный руководитель экспеди-



Гренландская команда (по часовой стрелке, начиная с верхнего левого фото): Фариш, военная простота формы; Чак, опытный искатель окаменелостей; Билл, во многом определяющий удачу экспедиции; я, допустивший в тот первый год массу ошибок (взгляните хотя бы на мою шапку).

ции сказал мне как-то: ничто не сравнится с первым путешествием в Арктику.

Во время моей первой экспедиции в Гренландию я многому научился, и это пригодилось мне через одиннадцать лет, когда я затеял собственную экспедицию в Арктику. В тот первый раз я взял с собой в страну слякоти, льда и вечного дня протекающие кожаные ботинки, маленькую старую палатку и гигантский фонарь, да и вообще допустил столько ошибок, что улыбался только тогда, когда повторял мною же придуманный девиз: “Никогда ничего не делай в первый раз”.

Самый неприятный эпизод той экспедиции был связан с выбором места для лагеря: решение следовало принимать быстро, прямо когда мы осматривали местность с вертолета. Пока работает мотор, деньги, образно говоря, вылетают в трубу: стоимость часа аренды вертолета в Арктике может достигать трех тысяч долларов. С учетом бюджета палеонтологической экспедиции, скорее ориентированного на использование битого пикапа, чем вертолета “Белл-212”, это означает, что нельзя терять ни минуты. Оказавшись над местом, которое при изучении карт в лаборатории казалось нам пригодным для стоянки, мы быстро отмечали важные для нас элементы. Их немало. Нужен сухой, плоский участок, расположенный близко от источника воды, но при этом на некотором расстоянии от моря, чтобы избежать встреч с белыми медведями. Участок должен быть укрыт от ветра и находиться недалеко от выходов горных пород, которые мы собираемся исследовать.

Мы хорошо представляли себе общий план местности, поскольку изучили карты и фотографии, сделанные с воздуха, и потому нашли чудесный небольшой участок тундры в центре широкой долины. Здесь имелись небольшие протоки, из которых можно было брать воду. Место было сухим и ровным, так что мы могли спокойно поставить палатки. К тому же отсю-

да открывался великолепный вид на гряду заснеженных гор и на ледник у восточной оконечности долины. Но вскоре мы поняли свою главную ошибку: на доступном для пешехода расстоянии не было нужных горных пород.

После того как лагерь был разбит, мы ежедневно отправлялись на поиски камней. Мы взбирались на самые высокие точки местности вокруг лагеря и пытались разглядеть в бинокль хотя бы один из тех скальных выходов, которые буквально бросались в глаза на картах в найденной Биллом и Чаком статье. Мы ориентировались еще и на то, что камни — красноцветный песчаник — должны иметь характерную окраску.

В поисках красных камней мы попарно покидали лагерь: Чак и Фариш взбирались на холмы, чтобы высмотреть красноцветы на юге, а мы с Биллом пытались разглядеть, что находится на севере. На третий день обе команды вернулись с одной и той же новостью. Примерно в десяти километрах к северо-востоку виднелась узкая красноватая полоска. Остаток недели мы обсуждали этот выход и разглядывали его в бинокль. Иногда, при правильном освещении, казалось, что это серия гряд, идеальная для поиска окаменелостей.

Было решено, что мы с Биллом отправимся к камням. Поскольку я не имел никакого представления о том, каковы в Арктике дороги, я выбрал неудачные ботинки, и переход оказался тяжелым испытанием: сначала мы пересекали поля булыжников, потом небольшие ледники... но в основном шли по грязи. Жидкая глина неприлично хлюпала всякий раз, когда мы вытягивали из нее ногу. Мы не оставляли следов.

Три дня мы искали дорогу, но в конце концов смогли найти надежный путь к желанным камням. После четырехчасового перехода красноватая полоска, видимая из лагеря в бинокль, превратилась в череду скал, хребтов и холмов, состоящих из тех самых камней, которые мы искали. Если нам повезет, на поверхности могут найтись окаменелости.

Теперь задача состояла в том, чтобы как можно быстрее вернуться сюда вместе с Фаришем и Чаком, сократив время перехода и сохранив максимум времени для поиска окаменелостей. Возвратившись обратно всей командой, мы с Биллом чувствовали себя такими гордыми, как будто демонстрировали гостям новый дом. Фариш и Чак, уставшие после перехода, но возбужденные предвкушением поисков, даже не затеяли обычную дискуссию. Они методично сканировали взглядом почву.

Мы с Биллом направились к гряде, расположенной примерно в километре, чтобы посмотреть, что ждет нас дальше к северу. После передышки Билл начал оглядываться в поисках чего-нибудь интересного: наших коллег, медведей или каких-либо других проявлений жизни. Наконец он произнес: “Чак лег”. Взяв бинокль, я действительно увидел Чака, ползущего на четвереньках. Для палеонтолога это означает лишь одно: окаменелости.

Мы быстро зашагали туда. Чак и в самом деле нашел кусочки кости. Однако наш поход в одну сторону длился четыре часа, и теперь мы вынуждены были возвращаться. Фариш, Билл, Чак и я растянулись шеренгой на расстоянии метров десяти друг от друга. Метров через пятьсот я что-то увидел на земле. Это “что-то” отсвечивало знакомым блеском. Опустившись на колени, как Чак час тому назад, я разглядел его во всей красе: чудесный кусок кости размером с кулак. Слева были другие кости, справа — еще и еще. Я окликнул Фариша, Билла и Чака. Ответа не последовало. Я огляделся и понял, почему: они тоже стояли на четвереньках. Мы оказались на поле, усыпанном обломками костей.

В конце лета мы вернулись в лабораторию с ящиками окаменелостей, которые Билл начал собирать, как объемный пазл. То были кости существа длиной около шести метров, с рядом плоских листовидных зубов, длинной шеей и маленькой голо-

вой. Судя по анатомии конечностей, это был динозавр, хотя и не самый большой.

Динозавры этого типа, прозауроподы, занимают важное место среди палеонтологических находок в Северной Америке. В восточной части континента динозавров раньше находили вдоль рек, автомобильных трасс и железных дорог, то есть в местах, где горные породы оказываются на поверхности. Знаменитый палеонтолог Ричард Сванн Лулл (1867–1957) из Йельского университета обнаружил прозауропода в каменистых блоках Манчестера, штат Коннектикут. Правда, каменный блок содержал лишь заднюю часть тела животного. Опечаленный ученый узнал, что блок с передней частью был включен в опору моста в Южном Манчестере. Лулл описал лишь заднюю часть динозавра. Только при разборке моста в 1969 году остальные фрагменты также были освобождены. Кто знает, какие окаменелости скрыты в глубинах Манхэттена? Ведь знаменитые коричневые дома на острове построены из тех же самых камней.

Холмы Гренландии образованы широкими каменными ступенями, которые не только рвут ботинки, но и могут многое рассказать о происхождении камней. Твердые слои песчаника, почти такие же прочные, как бетон, выходят из-под более мягких, хрупких слоев. Практически такие же ступени есть и на юге: слои песчаника, алевролита и сланца протянулись от Северной Каролины и Коннектикута до самой Гренландии. Эти слои содержат характерные разломы, заполненные осадочными породами. Они указывают на места расположения древних озер в глубоких долинах, которые возникали при растрескивании земной коры. Расположение древних разломов, вулканов и озерных отложений в этих слоях почти такое же, как в озерах современной Восточно-Африканской рифтовой долины (Виктория и Малави): движение в недрах Земли привело к расщеплению участков поверхности, а в об-



В поисках окаменелостей мы следовали вдоль “правильных” горных пород (выделены черным цветом). Успешные поиски в Коннектикуте и Новой Шотландии привели нас в Гренландию.

разовавшихся провалах появились реки и озера. В прошлом такие рифтовые расселины тянулись вдоль побережья Северной Америки.

С самого начала наш план состоял в том, чтобы вести поиски вдоль этих трещин. Знание того, что в скалах на востоке Северной Америки можно найти остатки динозавров и мелких существ, близких к млекопитающим, позволило нам оценить значение того обнаруженного Чаком оттиска геологической статьи. Это, в свою очередь, привело нас на север Гренландии. Затем, уже в Гренландии, мы продолжали идти вдоль той же нити за находками, подобно голубям, семенящим за крошками хлеба. Эта работа заняла три года, но подсказки, найденные нами в красноцветах, в конце концов привели нас с Фаришем на тот обледеневший хребет.

С вершины гребня наши палатки казались малюсенькими. Наверху шумел ветер, но выступ розового известняка, на котором сидели мы с Фаришем, образовывал укрытие, так что мы спокойно смогли разглядеть находку. Ликование Фариша подтвердило мое подозрение, что белое пятнышко на камне — это действительно зуб млекопитающего. Три бугорка и два корня: именно так он и должен выглядеть.

Ободренные находкой, мы расширили круг поисков в Восточной Гренландии и в последующие годы нашли другие остатки млекопитающих. Это было небольшое, похожее на землеройку животное вдвое меньше домашней мыши. Возможно, это и не был изумительный скелет, заслуживавший особого места в музее, однако же его ценность заключалась в другом.

Это был скелет одного из самых ранних ископаемых существ с нашим типом зубов: их режущая поверхность образована бугорками, смыкающимися при соединении верхних и нижних зубов, а ряд разделен на резцы, клыки и моляры. Ухо животного также напоминает наше и содержит мелкие кости, соединяющие барабанную перепонку с внутренним ухом.

Форма его черепа, плеч и конечностей тоже как у млекопитающих. Вполне вероятно, животное имело шерсть и другие признаки млекопитающих, такие как молочные железы. Когда мы жуем, слышим высокие звуки или поворачиваем кисти рук, мы используем те части скелета, развитие которых можно проследить от приматов и других млекопитающих до исходных структур у этих небольших существ, живших двести миллионов лет назад.

Камни тоже связывают нас с прошлым. Разломы в земле — вроде тех, что привели нас к окаменелым остаткам млекопитающих в Гренландии — оставили свой след и в наших телах. Гренландские горные породы — одна из страниц в громадной библиотеке, в которой хранится история нашего мира. До появления этого маленького зуба мир существовал уже миллиарды лет, и с момента его появления минуло двести миллионов лет. За это время на Земле возникали и исчезали океаны, вздымались и разрушались горы, а на Землю, совершавшую свой путь в Солнечной системе, падали астероиды. В слоях горных пород запечатлены изменения климата, атмосферы и земной коры, происходившие на протяжении миллионов лет. Изменение — это обычный порядок вещей: тела растут и умирают, виды появляются и исчезают, любой элемент и признак нашей планеты и Галактики подвержен как внезапным превращениям, так и постепенным изменениям.

Камни и тела — это “капсулы времени”, несущие в себе отпечаток тех великих событий, которые их сформировали. Молекулы, составляющие наши тела, возникли в результате космических событий на заре Солнечной системы. Изменения атмосферы Земли сформировали наши клетки и весь метаболизм в целом. Изменения орбиты планеты, появление гор и другие революционные сдвиги на самой Земле — все это отразилось в наших телах, в мозге и в нашем восприятии окружающего мира.

Как и жизнь и история наших тел, эта книга строится вдоль временной шкалы. Наш рассказ начинается примерно 13,7 миллиарда лет назад, когда в результате Большого взрыва возникла Вселенная. Затем мы познакомимся с историей нашего скромного уголка Вселенной и увидим, какие последствия образование Солнечной системы, Земли и Луны имело для наших органов, клеток и содержащихся в них генов.