

Противотанковый гипер-ёж
в N -мерном пространстве
нерешаемых задач
ИЛИ
Как вычислить гения?

Тетерин А.Н.

20 февраля 2017

Аннотация

При узконаправленной специализации ученых развитие науки приводит к стремительному росту области нерешаемых задач, которая растет быстрее, чем область имеющихся научных знаний. Практическое освоение области нерешаемых задач возможно только силами универсальных ученых будущего, обладающих высоким уровнем научных знаний сразу по нескольким общенаучным дисциплинам.

Abstract

With a narrow specialization of scientists, the development of science leads to the rapid growth of the space of unsolvable tasks, that grows faster than the area of existing scientific knowledge. The practical development of the field of unsolvable tasks is possible only by the forces of universal scientists of the future, who must have a high level of scientific knowledge in several general scientific disciplines.

Содержание

1. Пространство задач	2
2. Пространство научных знаний	7
3. Область нерешаемых задач	10
4. Оптимизация путей решения научных задач	12
5. Универсальный ученый	16
6. Как вычислить гения?	19
7. Схема исторического развития науки	22
8. Универсариум – университет будущего	26
9. Темная сторона науки	28

1. Пространство задач

Предположим, что вся (или некоторая) область человеческого познания разделена на N отдельных направлений (научных разделов или дисциплин). Каждому n -ному направлению может быть сопоставлена собственная координатная ось (вектор) x_n . Тогда каждая конкретная научная задача может быть обозначена как точка с координатами x_1, x_2, \dots, x_N в данном N -мерном пространстве.

Численное значение координаты x_n будет задавать уровень сложности решения данной задачи применительно к данному научному направлению. Общий уровень сложности задачи L может быть определен по формуле:

$$L = \sqrt{(x_1)^2 + (x_2)^2 \dots + (x_N)^2} \quad (1)$$

К примеру, задача, которая может быть решена с использованием только физики и математики, будет лежать в плоскости, задаваемой векторами x_1 (физика) и x_2 (математика), как это показано на рисунке 1.1. Сама задача обозначается на рисунке точкой $P1$.

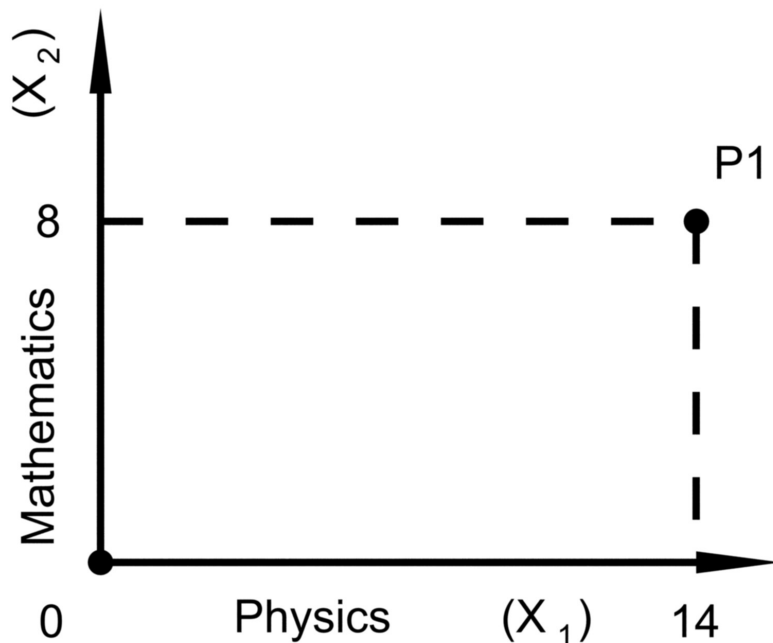


Рис. 1.1. Задача $P1$, расположенная в плоскости физика-математика, имеет уровень сложности 14 единиц по физике и 8 единиц по математике.

Общий уровень сложности задачи, определяемый, как модуль вектора L (см. Рис. 1.2), равен :

$$L = \sqrt{(x_1)^2 + (x_2)^2} = \sqrt{(14)^2 + (8)^2} = 16.1 \quad (2)$$

Единицы измерения уровня сложности задачи могут быть достаточно условны. Мы можем, к примеру, измерять уровень сложности задачи в количестве общих физических законов, которые должен знать ученый для успешного решения данной задачи, или в количестве математических формул, которые необходимо использовать при решении. Также можно (что часто более удобно в задачах государственного стратегического планирования) измерять сложность научной задачи итоговой суммой денежных средств, которую должно потратить государство (институт или научная лаборатория) для нахождения решения данной задачи.

В вопросах практической деятельности нам важно знать не конкретные измеряемые величины, а иметь представление о количественных соотношениях между ними.

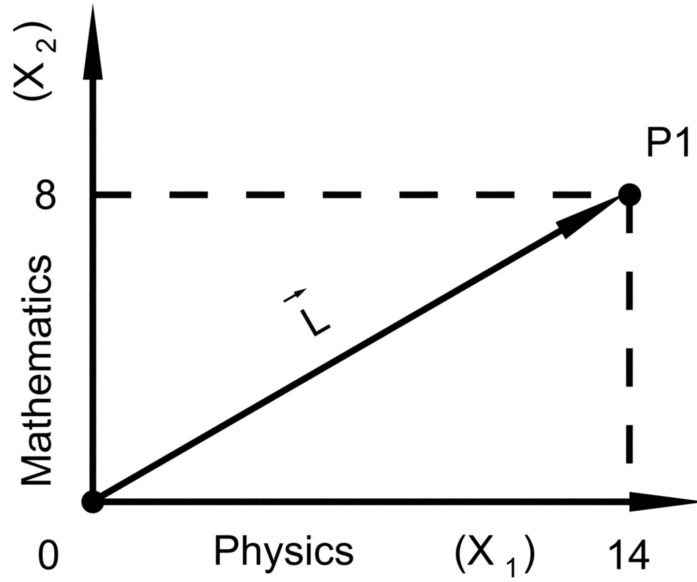


Рис. 1.2. Модуль вектора L определяет общий уровень сложности физико-математической задачи $P1$.

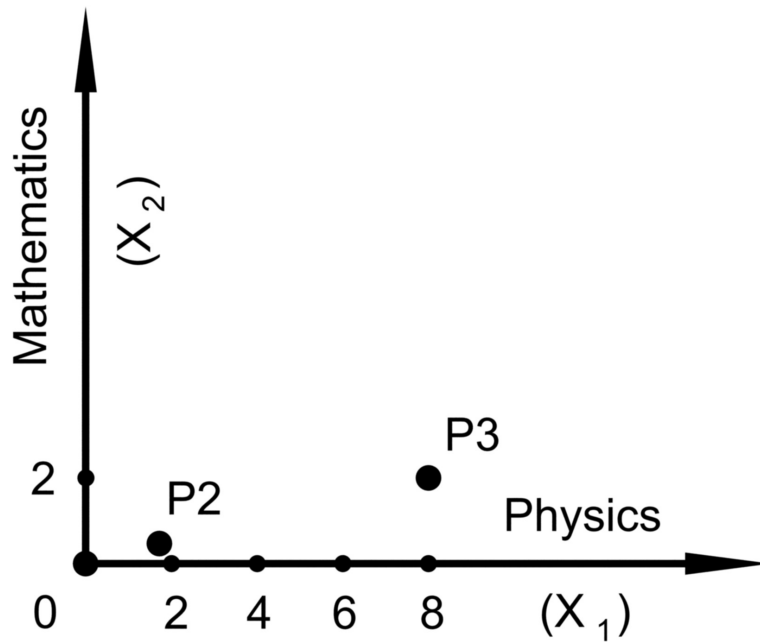


Рис. 1.3. Задача по созданию в США атомной бомбы (точка $P2$) и задача по созданию многоразового космического корабля Space Shuttle (точка $P3$) на плоскости физика-математика.

Такой подход в ранжировании научных задач позволяет наглядно сравнить относительную трудность решения тех или иных задач по отношению к друг другу, причем, в рассмотрении могут участвовать и достаточно разнородные задачи.

На Рис. 1.3, в плоскости физика-математика, представлены две задачи, успешно решенные в прошлом веке учеными США – задача по созданию атомной бомбы (точка $P2$ на рисунке) и создание многоразового космического корабля Space Shuttle (точка $P3$).

Задача $P2$ имела трудность по физике равную 1.9 единиц – здесь мы считаем, что на физическую составляющую программы по созданию ядерного оружия было истрачено примерно 1.9 миллиардов долларов (цифры условны и приводятся только в качестве примера). Математическая сторона программы обошлась в 0.1 миллиарда.

Задача $P3$ имела трудность по физике 8 единиц – физическая составляющая программы по созданию космического челнока стоила США примерно 8 миллиардов долларов. Математическая сторона программы (разработка компьютеров, расчет траекторий, программные алгоритмы и т.д.) составили 2 миллиарда.

Каждый вектор, задающий направление на некоторую точку в N -мерном пространстве задач, может быть разбит на две ортогональные составляющие с образованием нового пространства задач размерности $N + 1$. Данная процедура бывает полезна, если, к примеру, задачу по физике требуется разделить на две подзадачи – по ядерной физике и оптике.

Такое разбиение вектора $L1$ на две ортогональные составляющие ($L3$ и $L4$) показано на рис. 1.4. Изначально (верхняя часть Рис. 1.4.), вектор $L1$ задает точку $P6$ в двумерном пространстве задач (физика, математика), задаваемом осями x_1 и x_2 . Уровень сложности задачи $P6$ (задача по физике) характеризуется длиной вектора $L1$, которая составляет 10 единиц.

Предположим (с развитием науки или в процессе решения задачи $P6$), физика разделилась на два направления – ядерную физику и оптику. Тогда задача по физике может быть разделена на две подзадачи – по ядерной физике (задача $P7$) и оптике (задача $P8$). Новое трехмерное пространство задач, образованное осями x_2 , x_3 , и x_4 (математика, ядерная физика и оптика), показано на нижней части Рис. 1.4. При этом, ось x_1 (физика как таковая) исключается из рассматриваемого пространства. Длины векторов $L3$, и $L4$ равны 8 и 6 единиц соответственно.

$$|L1|^2 = |L3|^2 + |L4|^2 \quad (3)$$

Подобным преобразованием возможно разбить любую общую научную задачу на множество подзадач по всем имеющимся научным направлениям. При этом, конечно, растет и размерность рассматриваемого пространства задач.

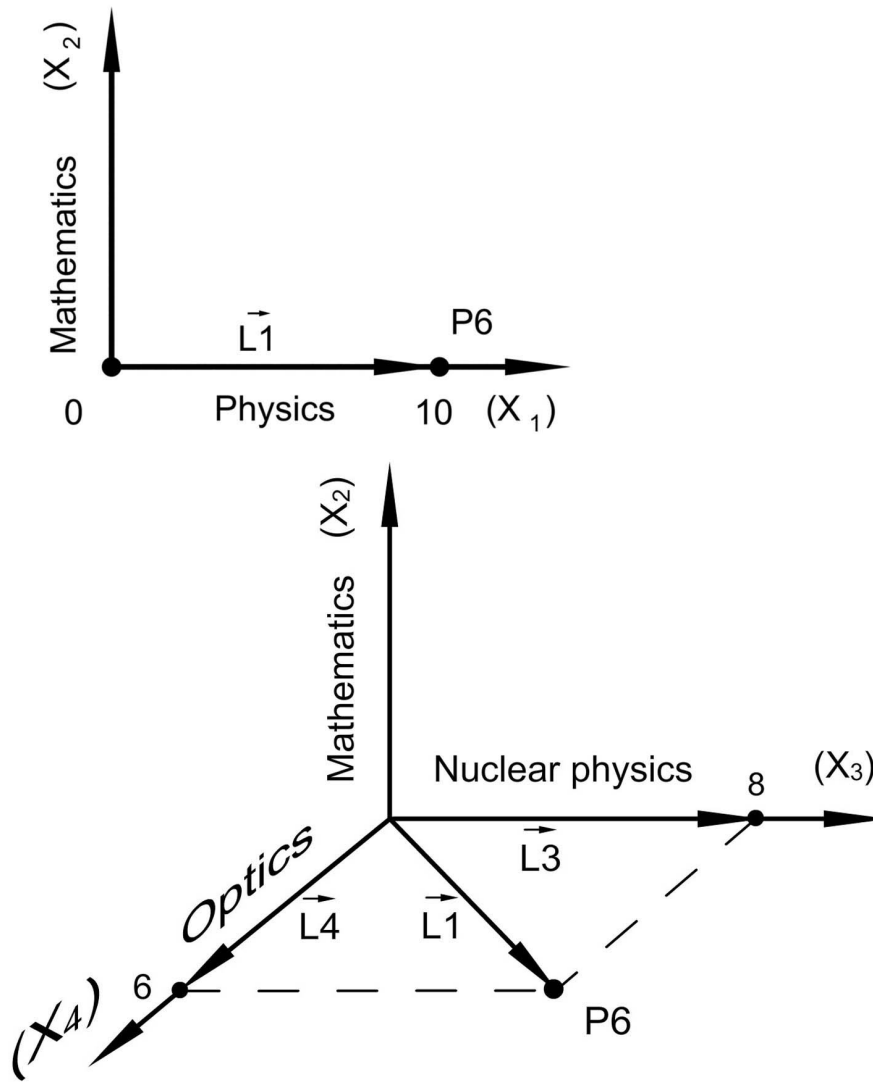


Рис. 1.4. Разбиение вектора $L1$ на две составляющие $L3$ и $L4$ увеличивает размерность пространства задач на единицу.

Обратное преобразование (когда, к примеру, из нескольких подзадач в разных специализированных разделах физики мы получаем одну задачу по физике) позволяет нам сократить размерность пространства задач (что может оказаться полезным в вопросах государственного стратегического планирования затрат на научную разработку определенной проблемы).

Таким образом, каждая задача может быть описана в самых общих направлениях науки (в пространстве задач минимально возможной размерности, состоящем из таких общих научных дисциплин как физика, математика, биология и пр.).

2. Пространство научных знаний

Поскольку не все научные задачи решаются быстро и легко, можно предположить, что существует некоторая область задач, которые не могут быть решены имеющимися научными кадрами на базе существующей в данное время совокупности наших научных знаний. Такие задачи требуют дополнительного вложения средств в те или иные отрасли научных исследований.

Наше рассмотрение пространства научных задач имеет практический смысл только в свете анализа наших возможностей для решения этих задач. Прежде всего, интересно попытаться в определенной мере оценить наши имеющиеся (или развивающиеся) научные способности (научный потенциал ученых отдельного института или всей страны в целом) и определить область задач (количество задач), которые могут быть потенциально доступны нам для решения при определенных условиях.

По аналогии с рассмотренным выше пространством задач, мы можем ввести понятие пространства научных знаний, где мы должны уметь выделять те области, в которых ученые обладают знаниями, достаточными для решения тех или иных научных задач. Пространство научных знаний удобно рассматривать в той же самой системе координат, которую мы используем для рассмотрения пространства научных задач, поскольку знания ученого по определенному разделу науки можно измерять в тех же величинах, в которых мы измеряем сложность научной задачи.

В качестве единиц измерения научных знаний, может, к примеру, выступать общее количество физических законов (или научных формул), которые ученый знает и может успешно применять на практике, или сумма денежных средств, которая была затрачена на образование нашего ученого.

При соответствующем выборе системных единиц (имеется в виду выбор масштаба осей в пространстве научных знаний), область знаний отдельного ученого может быть изображена непосредственно в пространстве задач.

Пусть, к примеру, ученый, обладающий научными знаниями в трех областях: физика, математика и биология, имеет уровень знаний в две условные единицы в каждой из рассматриваемых областей. Тогда область научных знаний ученого можно изобразить графически – примерно так, как это показано на Рис. 2.1.

Такая конфигурация области знаний характерна для выпускников средних школ – когда выпускники в равной степени обучены по всем школьным предметам (конечно, имеются в виду только успевающие ученики).

На данной картинке мы изображаем только часть N -мерного пространства научных знаний (а именно – трехмерное подпространство в осях физика-математика-биология), так как адекватное изображение N -

мерного пространства на двумерной плоскости является весьма нетривиальной задачей.

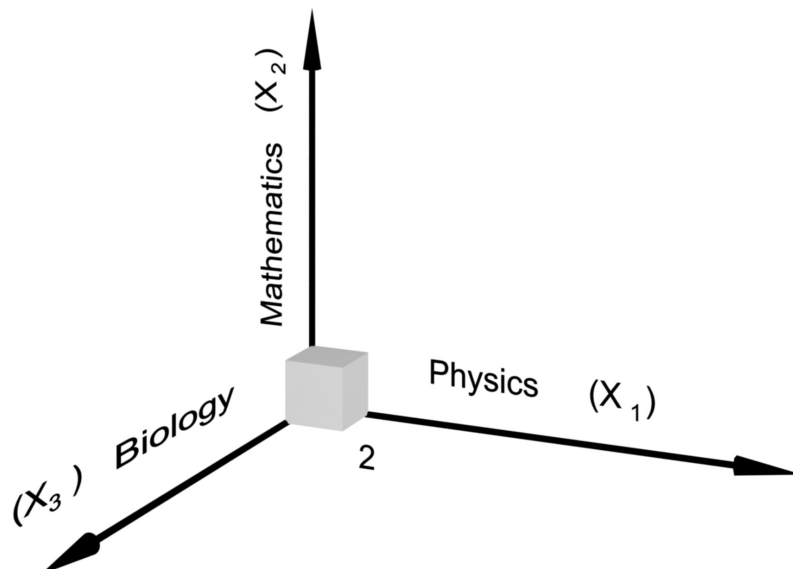


Рис. 2.1. Область знаний выпускника средней школы в пространстве научных знаний физика-математика-биология.

Область научных знаний представляет собой куб со стороной в две единицы, нижний дальний угол которого (см. Рис. 2.1) находится в начале координатных осей x_1 , x_2 , и x_3 .

При этом, школьник способен решать задачи с уровнем сложности в 2 единицы по физике, математике и биологии. То есть, область знаний школьника совпадает с областью задач, которые он способен решать (напомним, что такое соответствие обусловлено выбором соответствующих масштабных коэффициентов для измерения уровня сложности задач и уровня научных знаний индивидуума).

После окончания физического факультета университета и некоторой практики в научной работе, индивидуум приобретает некоторые дополнительные знания по физике, увеличивая тем самым область собственных научных знаний по физике (см. Рис. 2.2) до 10 единиц.

Если другой ученый специализируется по математике – он расширяет свою область научных знаний в направлении оси x_2 (математика), как это показано на Рис. 2.3.

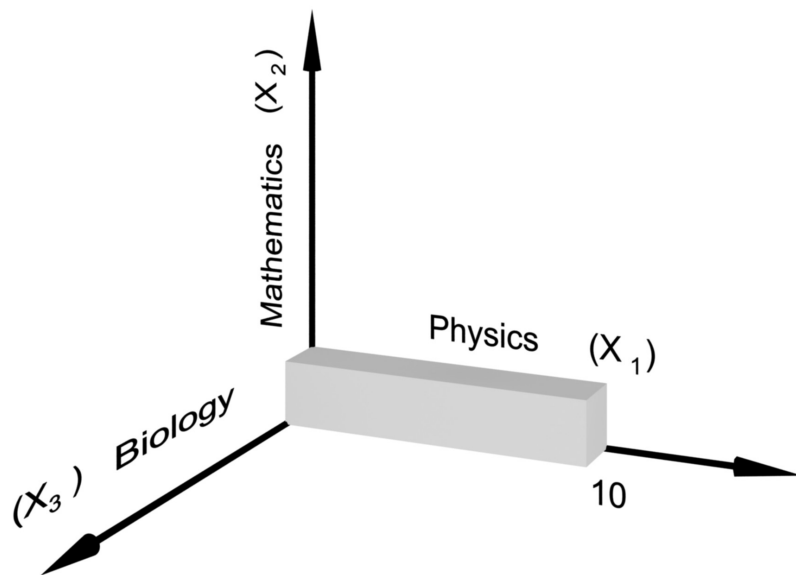


Рис. 2.2. Область знаний научного работника, практикующего в области физики.

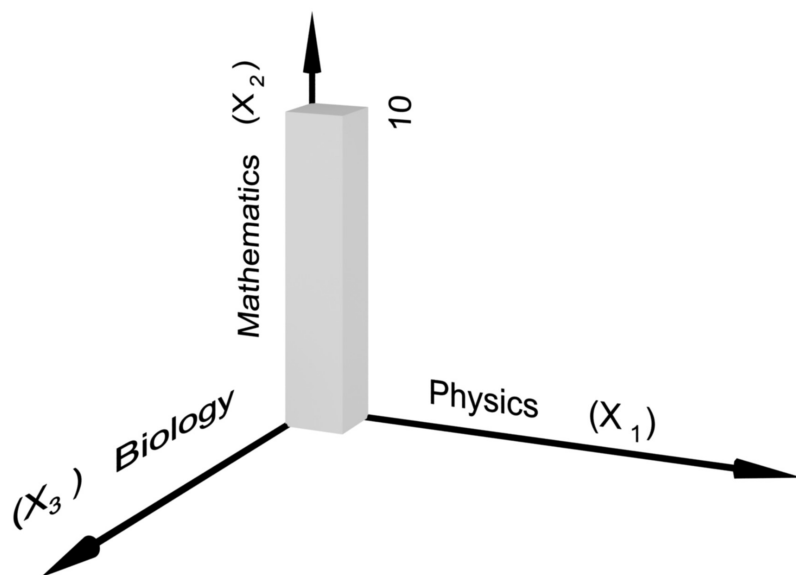


Рис. 2.3. Область научных знаний математика с уровнем знаний по специальности в 10 единиц.

Научный коллектив из трех ученых (физик, математик и биолог), имеющих одинаковый уровень образования (каждый по своей специальности) в 10 единиц, сможет потенциально решать любые задачи в области, представленной на рисунке 2.4.

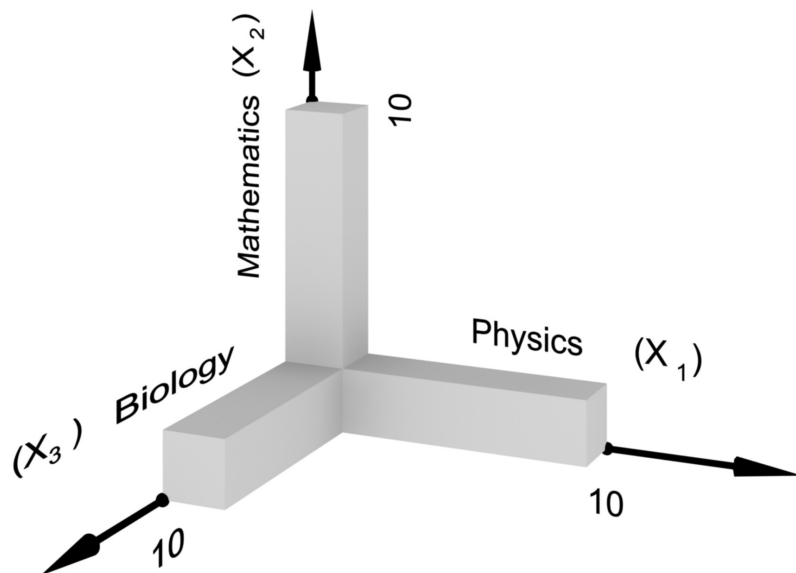


Рис. 2.4. Область научных знаний коллектива из трех ученых (физик, математик, биолог), каждый из которых обладает уровнем знаний по своей научной специальности в 10 единиц.

3. Область нерешаемых задач

Несмотря на то, что каждый ученый в рассмотренном выше научном коллективе обладает сравнительно высоким уровнем знаний в своей области (10 условных единиц), в пространстве задач остается значительная область (с задачами, уровень сложности которых не превышает 10 единиц), недоступная творческим усилиям нашего (казалось бы универсального) научного коллектива.

Данная область нерешаемых задач изображена (в двух ракурсах) на Рис. 3.1. Геометрически – это пространство (сектор трехмерной сферы), лежащее в промежутке между трех осей x_1 , x_2 , x_3 (физика, математика, биология) и ограниченное радиусом в 10 единиц. Из этого сектора удалена область решаемых задач, доступная нашему коллективу из трех ученых. Центр масс данного выделенного объема лежит на оси симметрии сферического угла, образованного положительными направлениями осей x_1 , x_2 , x_3 .

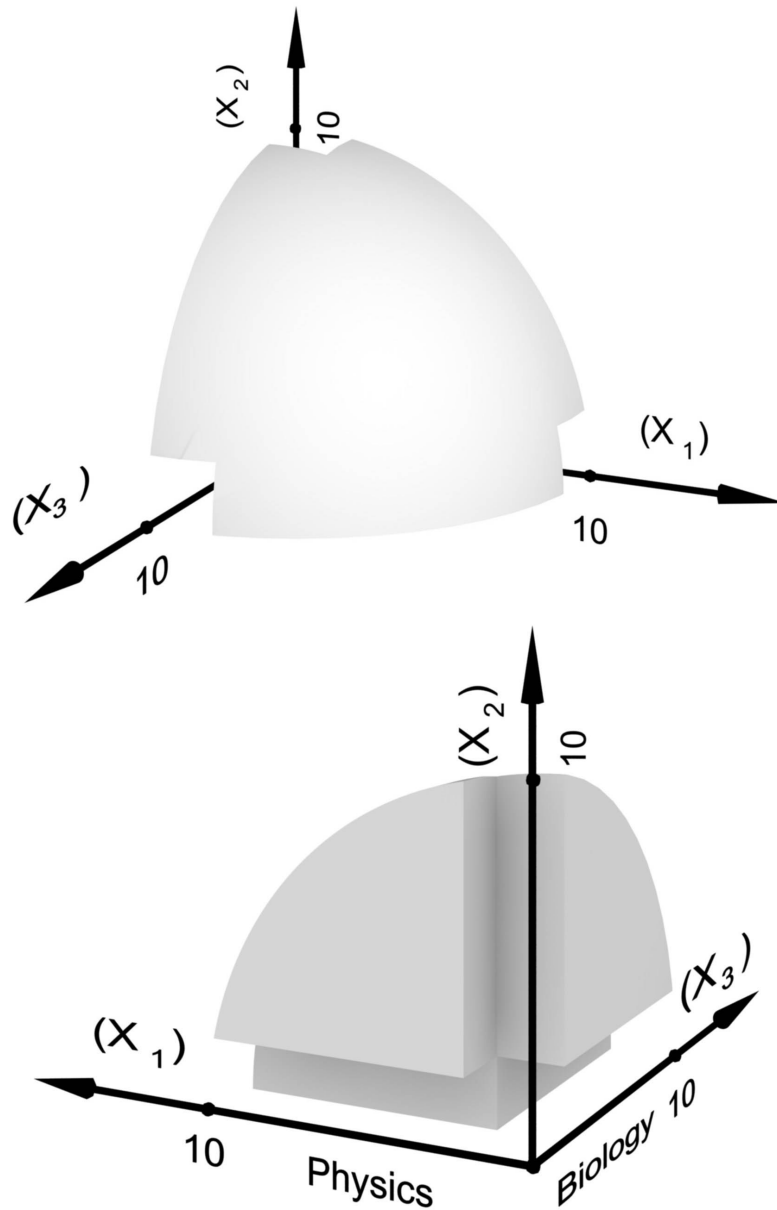


Рис. 3.1. Область задач уровня сложности в 10 единиц, нерешаемых для коллектива из трех ученых (физик, математик, биолог), каждый из которых обладает уровнем знаний по своей научной специальности в 10 единиц.

К примеру, задача, имеющая уровень сложности в 5 единиц по физике, 4 единицы по математике и 3 единицы по биологии, не может быть решена ни физиком, ни математиком, ни биологом. Физику не хватает знаний по биологии и математике, у математика отсутствуют знания по физике и биологии, у биолога нет соответствующего уровня знаний в области физики и математики.

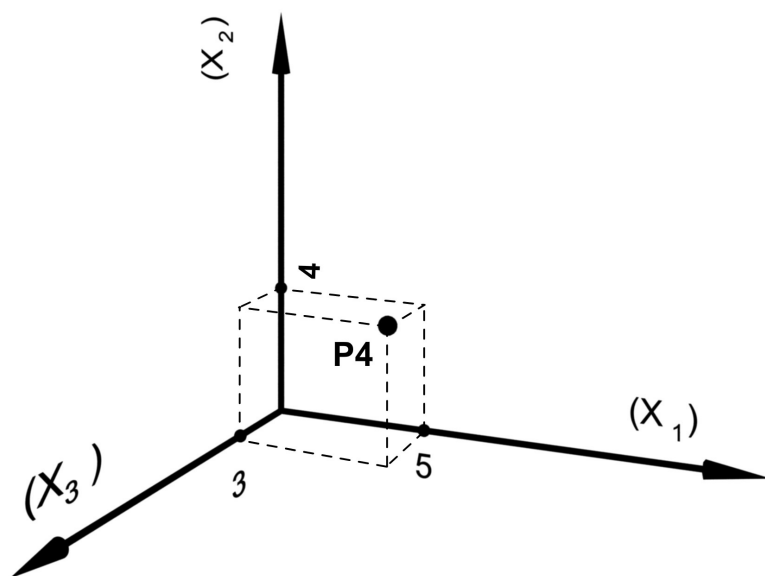


Рис. 3.2. Задача, имеющая координаты (5;4;3) в пространстве задач (уровень сложности 5, 4 и 3 по физике, математике и биологии соответственно), является нерешаемой для универсального коллектива из трех ученых (физик, математик, биолог), каждый из которых обладает уровнем знаний по своей научной специальности в 10 единиц.

Такая задача изображена точкой *P4* на Рис. 3.2. Сложность задачи равна 7.1 единицы:

$$L = \sqrt{3^2 + 4^2 + 5^2} = 7.1 \quad (4)$$

4. Оптимизация путей решения научных задач

С точки зрения оптимизации затрат на решение тех или иных научных задач, мы иногда имеем возможность предварительного планирования пути решения задачи в целях экономии материальных затрат.

Пусть, к примеру, алчное и коварное правительство некоторого государства ставит перед учеными задачу создания мощного супер-оружия, которое в радиусе поражения убивает все живое, но оставляет нетронутыми материальные ценности – здания, имущество и драгоценные металлы (это всего лишь известная нам сейчас нейтронная бомба, убивающая живые организмы мощным потоком радиации).

Оценим сложность такой задачи в 10 единиц по ядерной физике и в 5 единиц по биологии (см. Рис. 4.1).

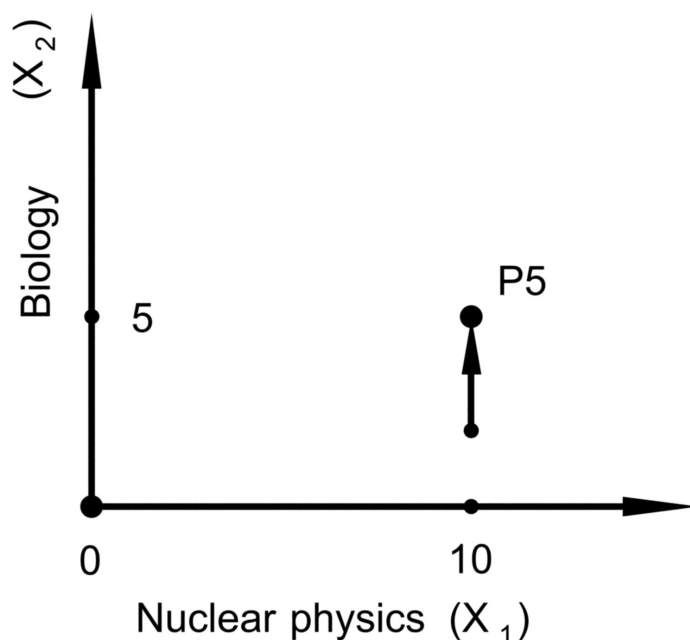


Рис. 4.1. Решение задачи, имеющей уровень сложности (10;5) по ядерной физике и биологии соответственно. Решение достигается повышением квалификации ученых-физиков на 3 единицы в знаниях по биологии.

Предположим, в государстве есть ученые-физики с уровнем знаний по ядерной физике в 10 единиц. Тогда оптимальный путь для решения такой задачи – вложить средства в повышение квалификации физиков-ядерщиков в вопросах биологии (биологические опыты, лаборатории и исследования). Затраты на решение задачи с использованием научного потенциала имеющихся в стране физиков-ядерщиков составят три единицы (пусть это будет, к примеру, 3 миллиарда долларов). На Рис. 4.1 такой путь изображен вектором, проведенным из точки с координатами $(x_1 = 10; x_2 = 2)$ в точку с координатами $(x_1 = 10; x_2 = 5)$. Здесь мы считаем, что ученые физики имеют (еще со школы) некоторые знания по биологии уровня в 2 единицы.

Если в стране нет ученых-физиков (правительство сэкономило на науке), но есть ученые-биологи с уровнем квалификации в пять единиц или выше, тогда правительство вынуждено будет пойти другим путем. В этом случае, вкладываются в повышение квалификации ученых-биологов в ядерной физике. Понятно, что такой метод вынужденно не оптимальный, и затраты в этом случае составят 8 единиц (восемь миллиардов долларов) – опять же считаем, что биологи имеют начальный уровень знаний по физике в 2 единицы.

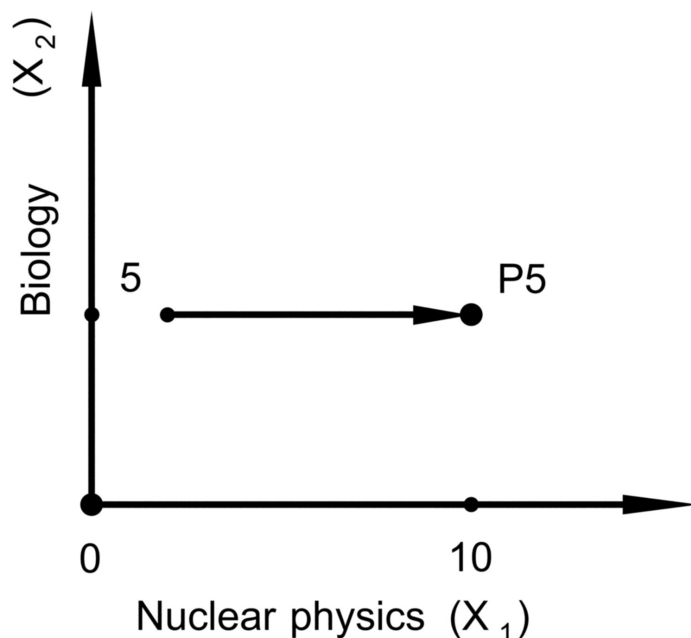


Рис. 4.2. Решение задачи, имеющей уровень сложности (10;5) по ядерной физике и биологии соответственно. Решение достигается повышением квалификации ученых-биологов на 8 единиц в знаниях по ядерной физике.

Такой путь решения задачи показан на Рис. 4.2. Конечно, все приведенные здесь цифры достаточно условны и приводятся исключительно в качестве примера.

Если в стране совсем нет ни ученых, ни среднего образования (пусть это будет молодая и развивающаяся страна), тогда правительству выгоднее всего (с точки зрения минимизации затрат) развивать совершенно новое, обособленное направление в науке под названием биологическая ядерная физика (или ядерная биофизика).

Группа ученых получает образование, включающее в себя только набор самых конкретных научных сведений, необходимых для решения только данной задачи. Понятно, что при этом остальные (смежные) направления в науке – ядерная физика (как таковая) и биология – останутся в зачаточном состоянии.

Прорывная группа ядерных биофизиков не сможет решать другие, даже самые простые, задачи по ядерной физике и биологии – в то время как ученые других стран, система высшего образования в которых имеет менее экзотическую форму, вполне успешно будут решать все множество простых задач по физике и биологии.

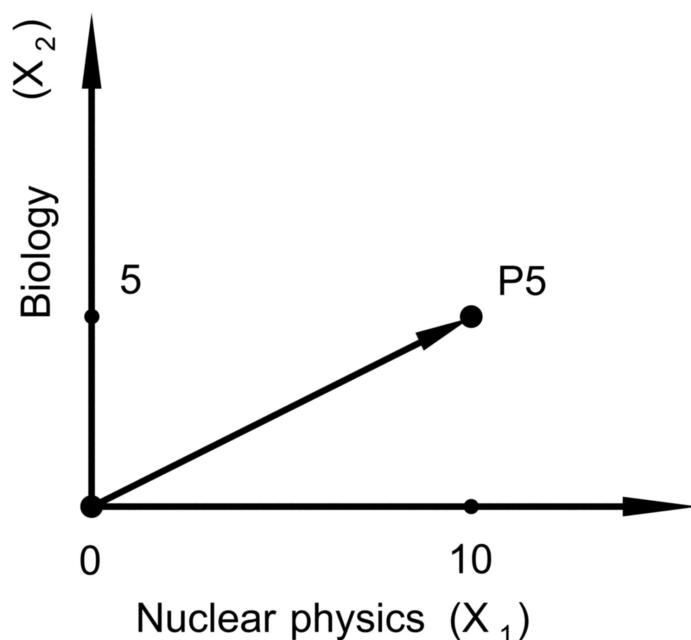


Рис. 4.3. Решение задачи, имеющей уровень сложности (10; 5) по ядерной физике и биологии соответственно. При отсутствии в стране ученых и среднего образования решение задачи достигается созданием нового направления в науке – ядерная биофизика.

Затраты на решение задачи будут равны модулю вектора общей сложности данной задачи L :

$$L = \sqrt{(x_1)^2 + (x_2)^2} = \sqrt{10^2 + 5^2} = 11.2 \quad (5)$$

Такой способ решения проблемы (см. Рис. 4.3) оптимален экономически в данное время, но совсем не оптимален с точки зрения стратегического развития страны и науки в будущем. Подобный подход к решению задач оправдан только в самых экстренных случаях – к примеру, когда страна должна в кратчайшие сроки создать собственную атомную бомбу (когда атомная бомба уже создана потенциальным противником, и на карту поставлена безопасность государства).

Читатели могут вполне резонно заметить, что науки под названием «ядерная биофизика» нет и быть не может. Существуют законы биологии и законы ядерной физики – зачем нужно мешать все в общую кучу?

Здесь нам становятся видны некоторые трудности разбиения наук на разделы и подразделы. Идеальная классификация наук должна так суметь разделить науки на отдельные направления, чтобы тот или иной закон

(описываемый соответствующей математической формулой) содержался бы только в каком-нибудь одном определенном разделе (и совсем не использовался бы в другом разделе науки).

Вполне понятно, что такое идеальное деление науки вряд ли возможно. Наиболее общие (фундаментальные) законы будут использоваться во многих разделах (подразделах) науки, и только самые специализированные формулы будут встречаться единственный раз в каком-нибудь самом специфическом разделе научных знаний.

Поэтому, получая образование по специальности, ученые в группе ядерной биофизики в какой-то степени изучат и некоторые наиболее общие законы – как в области ядерной физики, так и в области биологии (то есть – получают знания и в смежных разделах науки).

Если правительство данной страны решит все же развивать традиционную систему образования, то есть – сначала воспитать в стране собственных физиков-ядерщиков с уровнем квалификации в 10 единиц, а потом повысить их знания в области биологии до 5 единиц, тогда на решение проблемы $P5$ таким способом будет затрачено $10 + 5 = 15$ единиц государственных средств (миллиардов долларов).

5. Универсальный ученый

Из приведенных выше примеров мы видим, что правительству развитых стран для решения тех или иных постоянно возникающих научных задач выгодно иметь под руками некоторое количество ученых с достаточно высоким уровнем знаний (уровнем образования по своей специальности). Поэтому правительство обычно готово вкладывать значительные средства в высшее образование и развитие наук.

Попробуем оценить экономическую эффективность различных вариантов вложения государственных средств в развитие системы подготовки научных кадров.

Снова рассмотрим упомянутый выше научный коллектив из трех ученых (физик, математик и биолог). Область задач, решаемая данной творческой группой, показана на Рис. 5.1.

При уровне специализированных знаний каждого ученого в 10 единиц (уровень знаний по своей специальности) и уровне знаний в смежных областях в 2 единицы (уровень знаний, полученный в средней школе), суммарный объем области решаемых задач для данной группы равен 104 кубических единицы. На одну единицу, затраченную на образование, мы получаем $104 : 42 = 2.5$ кубических единиц пространства решаемых задач.

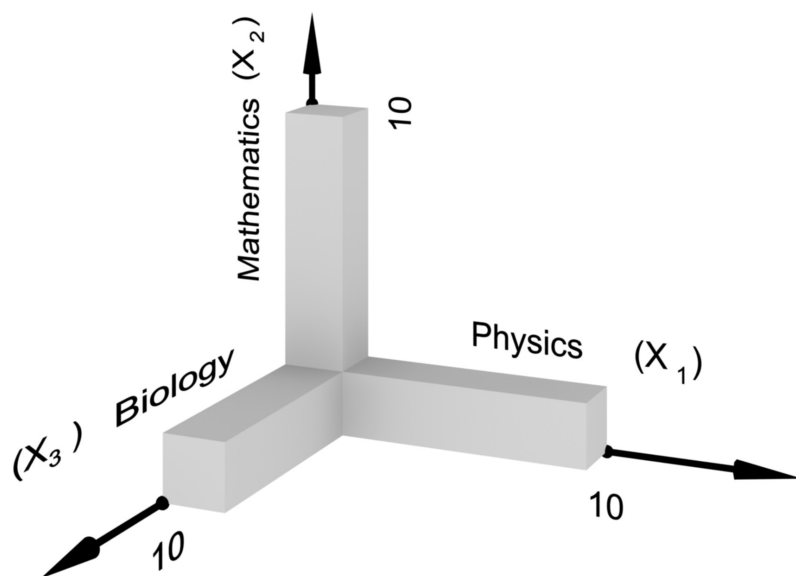


Рис. 5.1. Область научных знаний коллектива из трех ученых (физик, математик, биолог), каждый из которых обладает уровнем знаний по своей научной специальности в 10 единиц. Объем выделенной области составляет 104 кубические единицы.

При этом, затраты на получение образования суммарно у всех трех ученых составляют 42 единицы. Из них – затраты на среднее образование составляют 18 единиц (три человека по 6 единиц на каждого), затраты на высшее образование – 24 единицы.

За пределами области решаемых задач оказывается большая область нерешаемых задач, которые не могут быть решены без дополнительного вложения средств.

Предположим гипотетически, что мы решились провести в стране очередную реформу высшего образования. Теперь мы запланировали потратить 42 единицы бюджетных средств (из предыдущего примера) на преимущественное обучение одного универсального ученого. Двое других ученых останутся без высшего образования, но одного ученого мы обучаем физике, математике и биологии. Так, чтобы уровень его знаний в каждой из данных трех научных специальностей составил бы 10 условных единиц. В этом случае, 18 единиц будут израсходованы на среднее образование трех школьников, а 24 единицы – на высшее образование универсального специалиста по трем областям науки (общая сумма расходов на образование останется прежней – 42 условные единицы).

Объем области задач, которые потенциально могут быть решены таким универсальным ученым, будет равен одной тысяче кубических единиц, как это показано на Рис. 5.2. Таким образом, общий объем области задач, решаемых универсальным ученым, оказывается почти в десять раз больше, чем объем задач, решаемых коллективом из трех односторонне образованных специалистов.

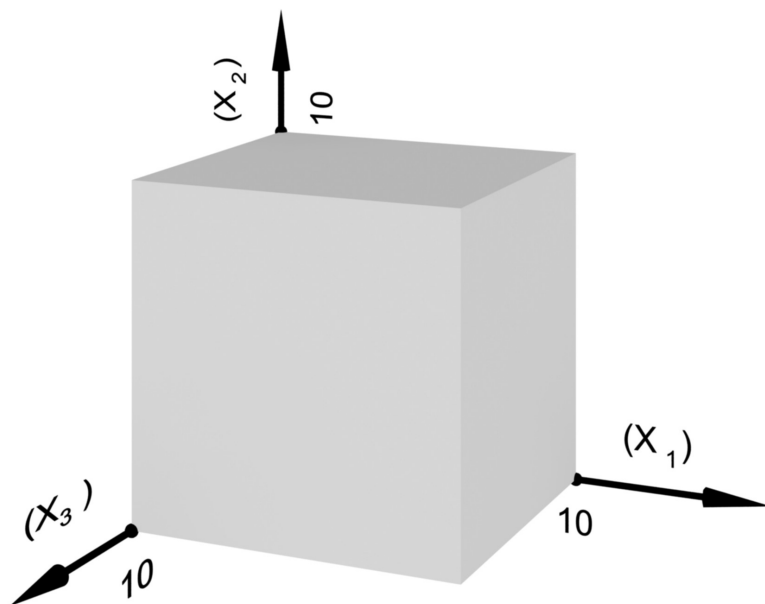


Рис. 5.2. Область задач, которые могут быть решены одним универсальным ученым, имеющим уровень знаний в каждой из трех научных отраслей в 10 условных единиц. Объем выделенной области составляет 1000 кубических единиц.

В данном случае, расходование бюджетных средств оказывается весьма эффективным – на одну единицу, затраченную на образование, мы получаем $1000 : 42 = 23.8$ кубических единиц пространства решаемых задач.

При этом, в рассматриваемой области не существует задач, которые потенциально не могут быть решены.

Если высшее образование способно подготовить специалиста с уровнем знаний по специальности в 15 условных единиц, тогда объем области задач, решаемых тремя узкими специалистами будет равен 164 кубических единицы, а объем области задач, решаемых универсальным специалистом составит $15^3 = 3375$ кубических единиц (т.е. – в двадцать раз больше).

Теперь сравним двух научных специалистов, имеющих одинаковый суммарный уровень знаний по трем отдельным областям науки. Один специалист – равномерно образованный – имеет уровень знаний в каждой из областей в 15 условных единиц. Другой ученый – образованный односторонне – имеет уровень знаний по физике в 45 единиц, и уровень знаний в двух других смежных областях на уровне 2 единиц (уровень школьных знаний).

Область задач, решаемых первым (универсальным специалистом), равна 3375 кубических единиц. Область задач, решаемых вторым (односторонне образованным специалистом), равна 180 кубических единиц (что в 18.7 раза меньше).

Если два специалиста имеют одинаковый суммарный уровень знаний по N различным научным областям (количество научных специализаций ученого равно N), тогда объем знаний универсального специалиста определяется как x^N , где x есть уровень знаний ученого в каждой научной специальности, в то время как объем области знаний специалиста узкого профиля всего лишь пропорционален произведению xN .

Существует поговорка – «талантливый человек талантлив во всем». Опираясь на вышеизложенные оценки творческих способностей индивидуума, мы можем утверждать, что в данном утверждении перепутаны причина и следствие. Правильнее будет сказать, что творческие способности разносторонне развитого человека могут на несколько порядков превышать способности односторонне развитых людей. В рамках тематики данной работы, мерой творческих способностей личности выступает совокупный объем области задач (общее количество задач в разных разделах науки), которые могут быть решены человеком, знания которого некоторым образом распределены по нескольким областям научных знаний. При этом, сумма базовых знаний (к примеру, количество известных научных законов или математических формул) у «талантливого» и односторонне развитого человека, могут быть равными.

6. Как вычислить гения?

Измерить гениальность трудно. Прежде всего, потому, что субъекты исследования (лица, чьи способности изучаются исследователем) часто совсем не заинтересованы (не мотивированы) в демонстрации первому встречному своих повышенных интеллектуальных способностей (повышенных относительно некоторого базового уровня, требующегося в данный момент самому субъекту). Поэтому для первоначального отсева испытуемых может служить хорошо известный у психологов тест интеллек-

туальных способностей — IQ -тест или тест Айзенка (конечно, должным образом модифицированный).

Такие тесты часто используются работодателями при приеме соискателя на должность, требующую определенных интеллектуальных способностей (должность руководителя или управляющего высокого ранга), а также при приеме в высшие учебные заведения.

Методика определения IQ (аббревиатура IQ означает *intelligence quotient* – коэффициент интеллекта) была разработана британским психологом Хансом Айзенком (Hans Eysenck, 1916 – 1997, доктор философии и социологии, профессор института психологии при Лондонском университете).

Стандартный IQ -тест [1] включает сорок задач на логическое мышление с постепенно возрастающей сложностью. За тридцать минут тестируемый должен решить как можно больше задач из данного теста. Задачи можно решать в произвольном порядке. Верным считается ответ, логически обоснованный тестируемым (даже если ответ не совпадает с вариантом, приведенным в имеющемся списке решений). Задачи делятся на три категории по способу представления материала: вербальный (словесный тип задач — задачи со словами или буквами), пространственный (задачи с геометрическими фигурами) и числовой тип (задачи с числами). За правильные ответы начисляются очки, которые суммируются после завершения тестирования. Полученная сумма определяет примерный коэффициент интеллекта IQ :

$$IQ = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (6)$$

Здесь IQ есть коэффициент интеллекта, а слагаемые Q_1 , Q_2 , Q_3 — суммы очков, набранные тестируемым в словесном, пространственном и числовом тестах соответственно.

Для получения более достоверного результата желательно выполнить несколько (восемь) тестов в течении нескольких дней с усреднением полученного результата.

Помимо усредненного представления об общем уровне интеллектуального развития, тест дает возможность определить некоторые интеллектуальные наклонности испытуемого. Так, можно предположить, что молодые люди, хорошо проявившие себя в вербальных задачах, могут успешно выдержать экзамены и учиться на филологическом факультете; те, кто демонстрируют в тестах развитое пространственное мышление, имеют шансы поступить в академию художеств или архитектурный институт; а тем, кто успешнее решает задачи с числами — прямая дорога в математики. В таком аспекте результаты теста Айзенка часто интерпретируются родителями или школьными учителями в целях будущей профориентации учащихся средних школ. Однако, если мы подойдем к интерпретации результатов подобного тестирования с точки зрения концепции, излагаемой

в данной статье, мы можем определить у тестируемого не только коэффициент интеллекта (IQ), но и «объем интеллекта» (параметр QP):

$$QP = Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \quad (7)$$

Здесь аббревиатура QP есть сокращение от слов *quotient product* — произведение коэффициентов. Величина QP есть произведение вербального, пространственного и числового коэффициентов, полученных в результате измерения общего коэффициента интеллекта IQ . В первом приближении, параметр QP (объем интеллекта) будет пропорционален объему пространства задач, потенциально доступных интеллекту тестируемого. Пусть, к примеру, в результате проведения стандартного IQ -теста мы получили следующие результаты (см. таблицу 1):

Таблица 1. Результаты измерения коэффициента интеллекта IQ и объема интеллекта QP .

Имя	Q_1	Q_2	Q_3	IQ	QP
Иван	50	40	20	110	40 000
Петр	40	40	40	120	64 000
Николай	40	10	75	125	30 000

Руководитель компании, изучая эту таблицу, заметит, что самый высокий IQ имеет Николай. Следует ли отдать ему предпочтение при приеме на работу? Если работодателю нужен хороший бухгалтер, программист или математик, конечно, следует выбрать Николая, который продемонстрировал хорошие навыки работы с числами (высокий Q_3). Однако, если компании требуется «генератор идей» (идей для развития бизнеса или научного направления), то, возможно, здесь лучшим выбором будет Петр, имеющий больший объем интеллекта (параметр QP). Потенциально, Петр способен генерировать в два раза больше идей, чем Николай, несмотря на то, что IQ у Петра немного меньше, чем у математика Николая.

Критики такого, не совсем ординарного подхода, могут возразить, что в данном тесте были измерены только некоторые (не все) интеллектуальные способности тестируемого. Скажем, совсем не измерялась способность субъекта к пониманию музыки или, к примеру, его способность к восприятию идей квантовой физики.

Безусловно, дальнейшая модификация IQ -теста возможна и может оказаться весьма полезной. Но в рамках данной статьи мы рассматриваем IQ -тест как уже имеющийся в руках исследователя, готовый к работе инструмент, при использовании которого заинтересованный исследователь способен получить гораздо больше полезных сведений о субъекте, чем это изначально предусматривалось разработчиком теста.

Даже если мы тестируем только малую часть интеллектуальных способностей субъекта, то и в этом случае можно предположить, что, из про-

стных статистических соображений, результаты такого выборочного тестирования окажутся вполне сопоставимыми с результатами возможного комплексного всестороннего исследования, при котором будут измерены все без исключения грани интеллектуальных способностей человека.

Подобные первичные тесты способны, прежде всего, существенно сузить круг соискателей на должность, требующую высокой и разносторонней квалификации работника.

Дальнейшее, более углубленное профессиональное тестирование может быть направлено на тестирование способностей субъекта применительно к тем областям знания, которые больше всего интересуют организатора тестов. Здесь целесообразно выделить потенциально возможные направления в пространстве предполагаемых задач и производить общее тестирование соискателя на предмет понимания идей, выработанных к настоящему времени наукой в данной отрасли знаний.

7. Схема исторического развития науки

История не стоит на месте, и сумма научных знаний, накопленных в человеческом обществе, со временем увеличивается. При этом, естественно, расширяется и область научных знаний.

На ранних этапах истории человечества (скажем, в древности и в средневековье) рост области научных знаний среднестатистического ученого происходил примерно так, как показано на Рис. 7.1 (последовательно от нижней картинки к верхней) – ученые развивали свое научное образование достаточно гармонично – примерно одинаково во всех научных областях.

В новое время (период после средневековья) и в наши дни развитие науки можно представить схемой, представленной на Рис. 7.2. В каждой области научных знаний происходит повышение образовательного и научного уровня ученых, работающих в данной специальности (разделе науки). Физики разрабатывают область научных задач в направлении оси x_1 (физика), математики развивают науку по оси x_2 (математика), биологи работают в направлении x_3 (биология).

Как мы показали выше, при таком (весьма нерациональном) способе освоения научного пространства, между указанными направлениями остается неосвоенной огромная область потенциально нерешаемых задач (см. Рис. 3.1), хотя эти задачи по уровню сложности вполне сравнимы с теми задачами, которые ученые решают в своей узкоспециализированной области знаний.

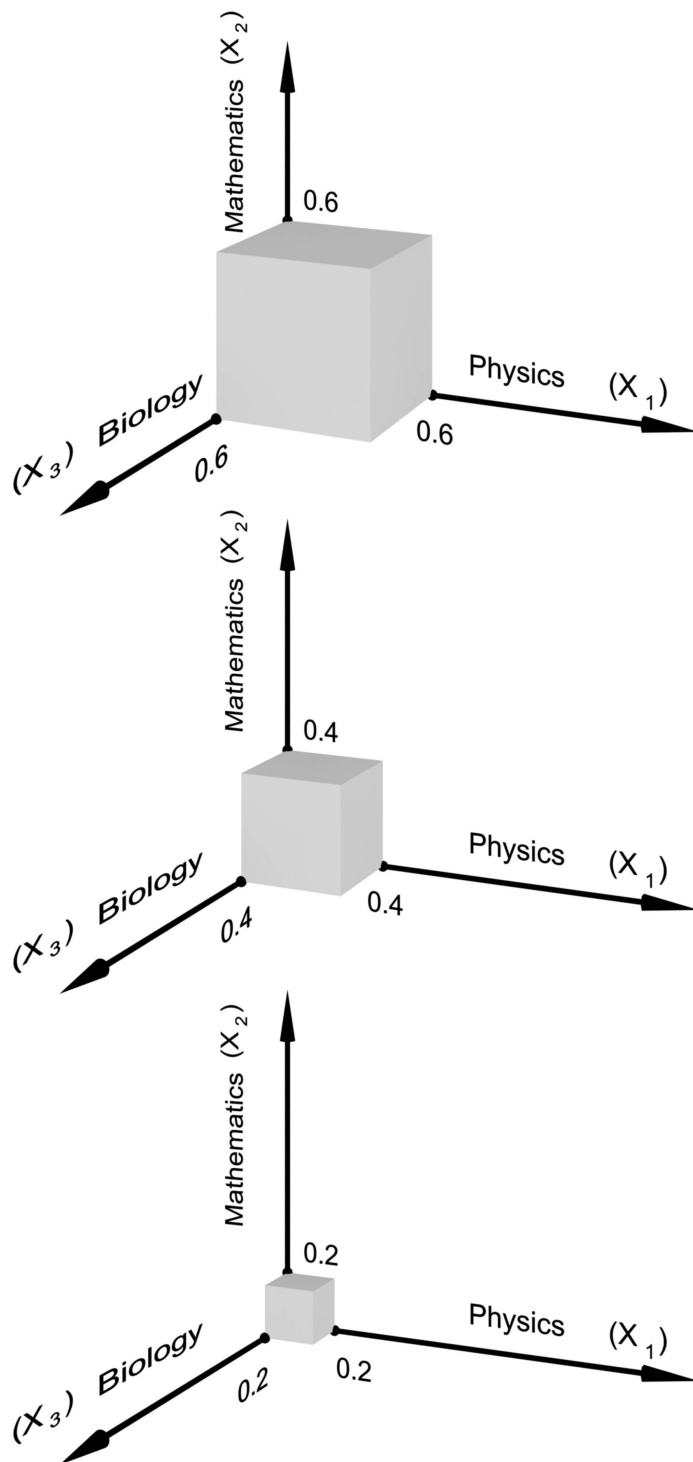


Рис. 7.1. Историческое развитие области научных знаний среднестатистического ученого в античности и в средние века (снизу вверх).

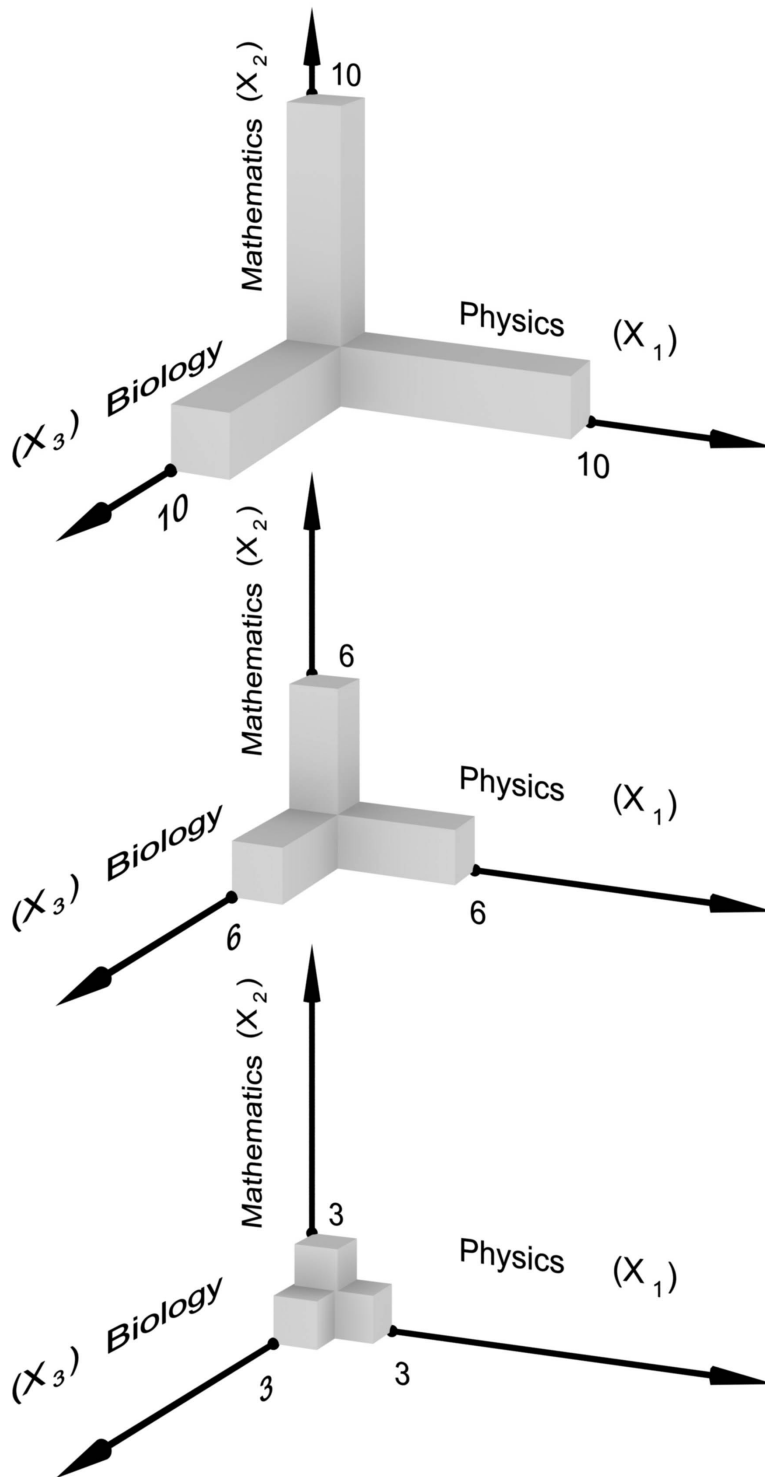


Рис. 7.2. Историческое развитие области научных знаний в новое время и в наши дни (снизу вверх).

Здесь уместно привести следующую аналогию. Представим себе, что в России было бы построено всего две железных дороги: первая проложена из Москвы в Мурманск (из центра на север), вторая – из Москвы во Владивосток (из центра на восток). Всем понятно, что в такой ситуации глупо было бы пытаться доехать по железной дороге куда-нибудь в Сыктывкар или Воркуту (попасть из центра России на северо-восток) – поскольку там просто нет никаких железных дорог.

С развитием научных знаний при глубокой специализации научных направлений, область нерешаемых задач растет пропорционально x^N , где N есть размерность пространства задач (количество отдельных специализированных разделов в науке), а x – уровень знаний среднестатистического ученого. То есть, количество нерешаемых задач (с ростом x) растет пропорционально объему N -мерной гипер-сферы:

$$V_N \sim x^N, \quad (8)$$

в то время, как область решаемых задач (область знаний всех научных коллективов) всего лишь пропорциональна первой степени x :

$$V_S \sim Nx \quad (9)$$

Здесь V_N есть объем области нерешаемых задач (N -мерный объем N -мерной гипер-сферы в N -мерном пространстве), а V_S – область решаемых задач. Эта часть пространства по форме напоминает нехитрую конструкцию N -мерного противотанкового ежа (см. верхнюю часть Рис. 7.2), составленного из N параллелепипедов квадратного сечения, вытянутых вдоль взаимно ортогональных осей координат. Конечно, на рисунке (для ясности) наш гипер-ёж содержит только три таких параллелепипеда, расположенных вдоль трех осей в привычном нашему восприятию трехмерном пространстве.

Область научных знаний среднестатистического ученого расширяется практически только вдоль выбранного ученым направления в науке, почти не увеличиваясь в направлении смежных разделов науки (соответствующий параллелепипед на рисунке растет в длину, но практически не увеличивается в поперечном сечении). Эти неприятные издержки – следствие узкой специализации современного ученого.

Из приведенных формул видно, что при значительном увеличении величины x (то есть – с ростом уровня знаний, вызванным общим развитием науки) объем области задач, потенциально доступных решению, быстро становится пренебрежимо мал по сравнению с объемом области нерешаемых задач (при этом, введение в практический оборот новых разделов науки многократно ухудшает ситуацию). Таким образом, при

существующем положении вещей, с ростом научных знаний непропорционально быстро увеличивается область нерешаемых задач.

8. Универсариум – университет будущего

Для освоения громадной области нерешаемых задач прежде всего необходимо создание специалистов широкого профиля. Мы знаем, что, при государственном планировании развития науки, ассигнования на науку отпускаются, так или иначе, авансом – в расчете получить на эти денежные средства, затраченные сейчас, некоторый резерв научных кадров (с соответствующей материальной базой в виде научного оборудования и фундаментального научного знания), который будет способен решать определенные научные задачи в ближайшем будущем – спустя несколько лет или десятилетий.

Возникает закономерный вопрос – какой должна быть степень универсальности современного ученого?

В современной России довольно много людей с двумя и даже тремя высшими образованиями. То есть, люди расценивают затраты времени на получение дополнительного высшего образования не только возможными, но и вполне оправданными, и более того – даже полезными с практической точки зрения.

Следовательно, получение трех (или более) высших образований может считаться вполне допустимым для специалиста, подготавливаемого в рамках государственных образовательных программ.

На взгляд автора статьи, будущий выпускник Универсариума (здесь термин «Универсариум» понимается как супер-университет будущего) может получать образование по нескольким (двум или трем) узким специализированным разделам науки в рамкой выбранной общенаучной специальности (к примеру – радиофизика, физика твердого тела и ядерная физика в рамках выбранной общей специальности физика) и по одному или двум фундаментальным направлениям науки (философия, биология, математика) из числа общенаучных дисциплин.

В рамках подобной государственной программы универсариум (студент Универсариума) затратит на образование по пяти специальностям (три узконаправленные и две общенаучные специальности) в общей сложности 15 лет:

- три курса общей физики и математики;
- шесть лет подготовки по трем узким специализациям (радиофизика, физика твердого тела и ядерная физика);

– шесть лет образования в двух дополнительных областях фундаментальной науки (философия и биология).

После окончания Универсариума, выпускник (еще пять-семь лет) продолжает занятия в докторантуре с целью защиты трех (или более) докторских диссертаций по трем основным (а, возможно, и дополнительным из числа узконаправленных) научным специальностям (физика, философия, биология).

После защиты нескольких докторских диссертаций, выпускник докторантуры получает научную степень эндоктора (обычный доктор наук имеет одну докторскую диссертацию, эндоктор имеет n докторских диссертаций – в нашем случае, n равно трем).

В результате, после 20-22 лет обучения, мы получаем ученого с научной степенью эндоктора по трем общенаучным дисциплинам (физика, философия, биология). При поступлении в Универсариум в 17- или 18-летнем возрасте, ученый в возрасте 37-40 лет (или раньше – уже в процессе защиты своих докторских диссертаций) может успешно дебютировать в области решения нерешаемых научных задач.

При этом, уровень научной подготовки эндоктора в своем узкоспециализированном направлении будет равен уровню его подготовки в дополнительных фундаментальных научных дисциплинах.

Такое разностороннее фундаментальное образование требует времени, и, вполне очевидно, что предел общему количеству «высших образований» (или докторских степеней), полученных одним человеком на протяжении жизни диктует величина среднестатистической продолжительности жизни человека в России.

Первые русские университеты создавались в 18 веке по западному образцу (отставая в научном отношении Россия догоняла Европу). В то время средняя продолжительность жизни в России не превышала 30 лет. Получить хорошо образованного ученого достаточно высокой квалификации можно было только ценой узконаправленной специализации обучаемого по тому или иному направлению научной деятельности.

То есть, раньше государство физически не могло позволить себе готовить универсального специалиста на протяжении целых 20 лет – будущий ученый мог, вполне вероятно, умереть раньше, чем его образование будет закончено (не принеся обществу никакой ощутимой научной пользы).

В современных условиях достаточно развитое государство вполне может позволить себе (и стратегически запланировать на ближайшее будущее) такую возможность длительного образования универсального специалиста – возможность, оправданную, в том числе, и с экономической точки зрения.

Сегодня средняя продолжительность жизни увеличилась (до 70 лет и более), и ученый имеет реальную возможность потратить на свое образование значительно больший период жизни.

Базовым учебным заведением для формирования первого университета будущего может стать, к примеру, один из крупнейших государственных университетов – Санкт-Петербургский государственный университет. Первые эндоктора будут получать узкую специализацию на физическом факультете СПбГУ (физика – наиболее важное в стратегическом плане направление из числа практически востребованных научных дисциплин), образование по общенаучным дисциплинам – на других, имеющихся в широком выборе, факультетах.

Если государственная программа подготовки первых русских эндокторов начнет работать – тогда, через двадцать лет, Россия получит первую группу ученых будущего.

Рано или поздно, но человечество будет вынуждено искать пути решения проблемы освоения области нерешаемых задач (хотя бы из прозаических соображений рационализации затрат на общее развитие науки). Кто станет первым в этой области – мы или наши потенциальные научные противники?

Сейчас у России пока еще есть возможность занять достойное место в авангарде науки будущего. Но промедление в принятии государством стратегических решений, вероятно, приведет к тому, что в скором времени нам уже придется догонять в науке Великий Китай. Решать нам.

9. Темная сторона науки

Данный параграф можно рассматривать в качестве лирического послесловия, которое задает некоторые будущие направления общефилософского осмысления перспективных последствий научного освоения человечеством области нерешаемых задач.

До сих пор (не заостряя внимания читателя на данном аспекте проблемы) мы рассматривали только положительную часть N -мерного пространства знаний (пространства задач) – то есть, только ту часть N -мерного пространства, в которой координаты всех точек, соответствующие той или иной научной задаче, являются исключительно положительными величинами.

Однако, вместе с этой (положительной по всем координатам) частью пространства, существует и другая часть, в которой находятся точки, хотя бы одна координата у которых отрицательна. Такую область N -мерного пространства знаний мы будем называть отрицательной или темной стороной пространства знаний (см. Рис. 9.1).

Объективной причины не рассматривать отрицательную область пространства задач (отрицательную область пространства научных знаний) у нас нет. Напротив, данная область пространства (где хотя бы одна из координатных осей отрицательна), составляет существенную часть всего N -мерного пространства задач, и при большой размерности пространства уже многократно превышает ту часть пространства, где все точки имеют только положительные координаты.

На рисунке 9.1 видно, что для одномерного случая (когда $N = 1$) темная область пространства знаний составляет половину всего одномерного объема пространства (нижняя картинка на Рис. 9.1, темные цифры на оси x_1). Для двумерного пространства ($N = 2$) темная область занимает три четверти всей координатной плоскости (средняя картинка на Рис. 9.1, темная часть плоскости, образованной координатными осями x_1 и x_2). Для трехмерного случая (верхняя картинка на Рис. 9.1) объем темной области равен $7/8$ всего объема пространства знаний.

В общем случае, справедлива формула:

$$V_{Dark} = \frac{2^N - 1}{2^N}, \quad (10)$$

где V_{Dark} есть доля темной области N -мерного пространства по отношению к объему всего пространства, в данном случае принимаемому за единицу (под термином «объем пространства» здесь, как и везде, подразумевается, естественно, N -мерный объем N -мерного пространства).

При больших значениях размерности пространства N , объем темной части пространства стремится к объему всего пространства:

$$V_{Dark} = \frac{2^N - 1}{2^N} \stackrel{N \rightarrow \infty}{\approx} 1 \quad (11)$$

Следовательно, чем большее количество разделов науки мы используем при классификации научных знаний, тем меньшая часть научных знаний (научных задач) формально оказывается лежащей в положительной области такого N -мерного пространства.

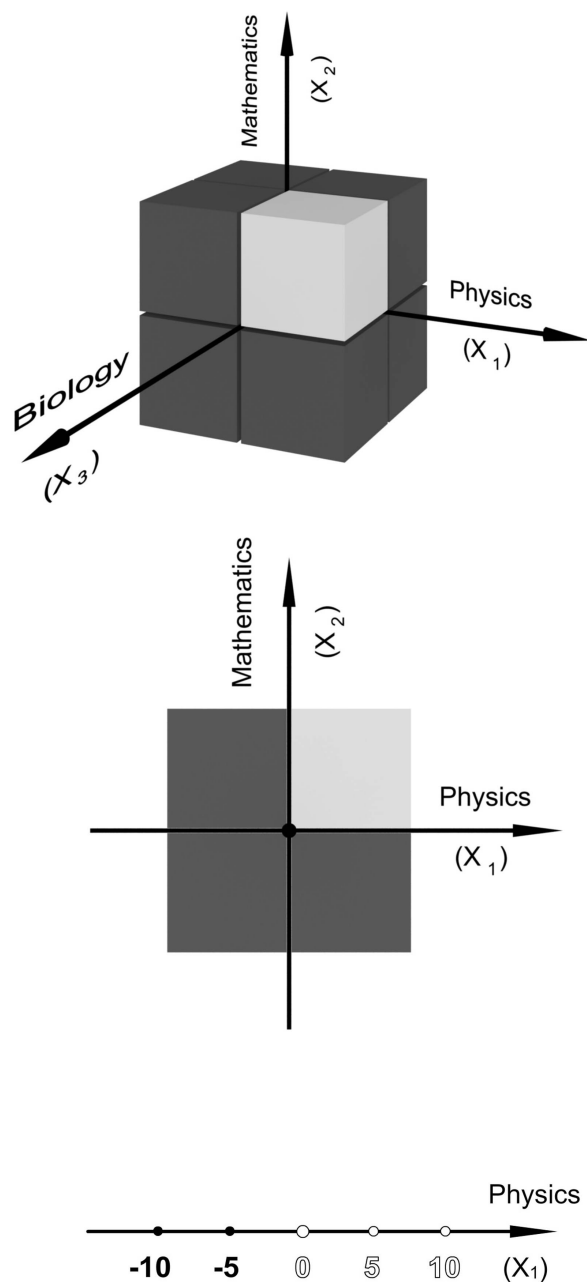


Рис. 9.1. Темная сторона науки – пространство знаний с отрицательными направлениями осей координат в одномерном (нижняя картинка, темные цифры на левой части оси X_1), двумерном (картинка в середине рисунка) и трехмерном пространстве (верхняя картинка).

Если общий физический смысл положительной части пространства задач вполне понятен, то физический смысл отрицательного пространства не вполне очевиден. Как мы помним, любой области рассматриваемого в данной статье пространства задач вполне однозначно соответствует область пространства человеческих знаний. И, если некоторая научная задача вполне может иметь отрицательную координату (нас же не смущают отрицательные координаты материальных точек в задачах по физике), то что может означать отрицательная координата точки в области научных знаний? Могут ли научные знания быть отрицательными?

Приведем пример.

В пятом классе на уроке геометрии школьник доказывает у доски теорему о параллельных прямых. После доказательства теоремы у школьника в голове формируется научное знание о том факте, что две параллельные прямые не пересекаются.

В седьмом классе на факультативе по математике, молодой преподаватель, любитель геометрии Лобачевского, рассказывает школьнику о том, что параллельные прямые, вообще говоря, могут и пересекаться – просто точка пересечения находится от нас достаточно далеко, и расстояние до нее определяется мерой кривизны нашего пространства.

Школьник оказывается в некотором недоумении и, чтобы рассеять свои сомнения, спрашивает вечером дома у папы-физика: «Так как же все-таки ведут себя параллельные прямые – пересекаются они или нет?».

Знание о том, что прямые не пересекаются, уничтожено знанием о том, что прямые пересекаются. Знания, предложенные новым преподавателем, оказываются отрицательными по отношению к знаниям, которые имелись у школьника раньше – сумма двух фактов равна нулю, и стройная система научных взглядов нашего школьника лишилась одного, казалось бы твердо установленного, научного факта.

Опытный папа-физик, конечно, направит сына на верный путь, твердо указав сыну, что параллельные прямые не пересекаются, на то они и параллельные. А линии Лобачевского, по определению, не параллельны, поскольку само пространство у него кривое.

В данном случае, явление подобной взаимной аннигиляции научных знаний вполне определенно указывает на то, что одно из предложенных школьнику направлений научных знаний положительно (то есть, с нашей точки зрения, является наиболее приближенным к истине), другое – отрицательно (то есть противоречиво и приводит к заблуждениям).

Здесь, однако, можно гипотетически предположить, что, возможно, когда-нибудь в будущем, нас посетят космические пришельцы, обита-

ющие в отдаленных областях вселенной с огромной пространственной кривизной, в математическом языке которых будет полностью отсутствовать понятие параллельности. Их практические знания о мире будут построены на описании и изучении только криволинейного движения тел. Тогда критерием истины в совместных научных дебатах по выяснению правильности тех или иных физических законов, используемых учеными наших (таких разных) миров, может служить объем области научных задач, потенциально решаемых с использованием той или другой системы научных координат.

Выбор направления развития научных знаний, в общем случае, всегда будет следовать нашему практическому опыту в решении тех или иных насущных задач. Если та или иная задача долгое время не решается, возможно, оправдан будет самый кардинальный способ найти решение – поменять систему координат (научную парадигму) в одной или нескольких смежных областях знаний (то есть, вполне возможно, что развитие данного раздела науки по причине наших теоретических заблуждений происходит строго в противоположном направлении).

Другим отличительным признаком нашего блуждания в потемках может служить отсутствие связи наших теоретических догматов с практическими задачами, успешно решаемыми в соседних разделах науки (тот случай, когда теория есть, но отсутствуют практические задачи, которые могут быть решены с привлечением данной теории) – поскольку, теоретически, все решаемые задачи (при соответствующем непротиворечивом выборе координатных осей) должны находиться в строго положительной области пространства задач (это правило напоминает фундаментальное правило классической физики, согласно которому, выбор системы координат не должен изменять общие законы движения материальных тел).

Современная физика богата теориями, которые автономно и обособленно развиваются теоретиками без видимой связи с другими разделами науки (и, конечно, без видимых практических результатов). Авторы таких теоретических изысканий могут быть вполне резонно заподозрены другими учеными в том, что они (сознательно или неумышленно) уводят науку в самые темные глубины пространства научных знаний.

Время от времени, вне всякого сомнения, нам, определенно, стоит серьезно пересматривать существующую классификацию разделов современных научных знаний с целью выбора той структуры научных дисциплин, которая будет наиболее полно соответствовать всей системе наших практических научных знаний, принятых в сегодняшней суровой действительности.

Возможно, когда-нибудь мы сумеем вписать всю нашу науку в правильную и непротиворечивую систему научных координат, но, уже

сегодня становится вполне очевидным, что такая работа будет выполнена не нашими современными учеными с их типовой узконаправленной специализацией, а усилиями более прогрессивных, разносторонне и универсально образованных ученых будущего.

Санкт-Петербург
2017

Литература

- [1] **Н. J. Eysenck.**
Know Your Own I.Q. N.Y.: Bell Pub. Co., 1962.