

1. *OECD. Science, Technology and Industry Outlook.* — Paris, 2000.
2. *Моисеева Н.К., Анискин Ю.П.* Конкурентоспособность, маркетинг, обновление. — В 2 т. — М.: Внешторгиздат, 1993. — Т. 2.
3. *Основы внешнеэкономических знаний /* Ред. С.И.Долгов и др. — М.: Высш. шк., 1990.
4. *Голосовский С.И.* Эффективность исследований в промышленности. — М.: Экономика, 1986.
5. *Инновационная экономика /* Ред. А.А.Дынкин, Н.И.Иванова. — М.: Наука, 2004.
6. *Innovation. Start up. Growth and Survival of Small, New Technology Firms.* — Wash, 1980.
7. *The Economist.* — 2003. — May 31.
8. *Small Business Innovation and Research Legislation.* — Wash., 1981.
9. *Small Business Innovation Development Act.* — Wash., 1982.
10. *Социально-экономическая эффективность: опыт США. Система саморазвития /* Отв. ред. В.И.Марцикевич. — М.: Наука, 2000.

**Одержано 15.06.2007**

*А.И. Яковлев*

### **Сущность и показатели наукоемкости**

*Выполнен анализ понятия наукоемкости. Предлагается понятие наукоемкости с учетом современного этапа инновационных сдвигов, развития экономики знаний. Предложен комплекс показателей наукоемкости на макро-, мезо- и микроэкономическом уровнях.*

*В.П. Леонов*

## **Карта науки**

*Рассматриваются проблемные вопросы, касающиеся разработки карты науки. К таким вопросам относятся понятие отдельной науки, выделение наиболее общих типов наук, выработка общей системы координат для карты науки. Решение этих вопросов позволяет расположить на карте науки в упорядоченном виде общие типы наук и частные науки. В результате на карту науки нанесено 6 общих типов наук, внутри которых располагаются 64 крупные науки и около 1300 частных наук.*

Наглядное представление существующих наук на одной карте может иметь несколько аспектов практического применения.

В академическом плане полезно видеть науку в целом, чтобы получить ответы на вопросы: из чего она состоит, какова относительная величина различных наук, в каких науках наиболее интенсивно ведутся исследования, в каком объеме финансируются различные отрасли науки, по каким направлениям готовить специалистов для народного хозяйства, как построить структуру научных специальностей для равномерного охвата всех направлений науки?

Для построения обширных информационных систем типа библиотечных

классификаций или поисковых систем для сети Интернет желательно опираться на всеобъемлющую и наглядную карту науки, объединяющую в себе самые разные отрасли научного знания.

В образовательном плане студентам, аспирантам и даже школьникам наглядное изображение науки помогло бы в ней быстрее ориентироваться, увидеть близость либо отдаленность тех или иных областей знания, точнее определить круг своих познавательных интересов. В этом аспекте проф. К.Борнер ставит вопрос о том, чтобы карта науки, как и политическая карта мира, была в каждой школе [1].

Еще одно важное направление практического использования карты науки,

в которой знания располагаются в упорядоченном виде, связано с работами над созданием «мирового мозга» [2]. Концепция «мирового мозга» предполагает построение такой информационной системы, которая могла бы не только мгновенно давать информацию о существующих знаниях по любым направлениям, но и синтезировать новые знания на основе известных.

Работы над созданием карты науки ведутся в различных странах, например в России и США [3—5]. Однако на этом пути всё ещё остаются нерешённые проблемы. Они связаны не только с многообразием окружающего нас материального мира и проявлений составляющих этот мир материальных объектов, но также с возможностью их рассмотрения в различных аспектах (и те, и другие могут выступать в качестве предметов изучения отдельных наук).

Сравнительный анализ существующих на сегодняшний день карт науки [3,5] показывает, что они обладают недостаточной полнотой, взаимное расположение наук не имеет конкретного обоснования и у разных авторов существенно отличается. В отмеченных построениях взаимное расположение наук не диктуется какими-либо принципами, то есть они сравнительно произвольно располагаются одна относительно другой. Известные подходы к картографированию науки [3—5] обладают тем общим недостатком, что в них не используется какая-либо система координат.

Целью настоящей статьи является рассмотрение проблемных вопросов, касающихся разработки карты науки. К таким вопросам относятся понятие отдельной науки (что мы собираемся наносить на карту науки?), выделение наиболее общих типов наук, их взаимная координация, выработка общей системы координат для карты науки, расположение на карте науки в упорядоченном виде общих типов наук и сравнительно крупных наук.

Для получения обоснованной или объективной карты науки необходимо всё многообразие наук располагать на одном информационном поле в соответствии с существующими между ними объективными взаимосвязями. Различные науки нужно отличать по каким-то критериям и эти критерии должны давать информацию для их взаимного расположения или координирования.

Первейшие вопросы, возникающие при классификации наук, касаются выделения рассматриваемых объектов. Действительно, как выделить ту или иную науку? По каким критериям судить о её существовании? Вопросы непростые в связи с духовной природой науки и её рассредоточенностью по печатным изданиям и умам учёных. Если все-таки пытаться выделить область знаний, определяемую как конкретную науку, то следует исходить из специфики способа её формирования (то есть предмета, на котором она специализируется), отдельности, размеров и степени зрелости.

Для конкретных наук трудно дать какое-то одно универсальное определение, пригодное для всех случаев, но в то же время можно указать важнейшие особенности, по которым они выделяются. Таких особенностей имеется целый ряд, что в качестве своего логического следствия дает огромное разнообразие наук. Важнейшие факторы для образования наук — природа материальных тел, уровень структурной сложности, генетическое родство объектов, типы проявлений — формы движения, особый подход или аспект рассмотрения предметов, метод измерения.

Таким образом, каждая конкретная наука изучает объекты определенной природы или структуры некоторой генетической ветви развития, форму движения, пользуется особым подходом к изучаемым предметам или своеобразным методом измерения. Конкретная наука, которая сформировалась, имеет свой понятийный, математический или

технический аппарат (совокупность измерительных приборов), методологию (то есть способ получения новых знаний) и теорию.

Дадим краткую характеристику каждого из оснований, на которых происходит формирование наук. Существуют достаточно крупные науки, которые изучают объекты определенной природы. Геология изучает состав, строение и развитие земной коры. Ее образует царство неорганических и органических неживых тел. Микробиология изучает микроорганизмы, ботаника — растения, зоология — животных, социология — человеческое общество. Этот ряд наук формируется путем объединения знаний о таких областях природы, которые представляют собой ступени развития на длинном историческом пути усложнения материи от неживой природы до человека.

Общее движение, которое происходит в природе, в философии принято разделять на формы. При этом выделяются как общие, так и более частные формы движения [6]. Общие формы движения сопоставляются с изменениями совокупностей тел, которые образуют ступени развития материи. Поэтому разделение наук по общим формам движения совпадает с их делением по ступеням развития.

Отмеченные крупные науки имеют горизонтальное и вертикальное деление на менее общие науки. При горизонтальном делении больших наук выделяются совокупности знаний о телах отдельных генетических ветвей развития. Например, в составе ботаники по этому признаку различается такой ряд наук: альгология изучает водоросли, лишайнология — лишайники, бриология — мхи и т.д. Подобный ряд можно привести для зоологии. В ихтиологии изучаются рыбы, в герпетологии — пресмыкающиеся, в энтомологии — насекомые, в орнитологии — птицы и т.п.

Для созданных человеком предметов смысл генетической связи имеет не-

сколько иное содержание, чем для живых существ. Человек создает предметы определенного функционального назначения для удовлетворения своих потребностей. Предметы, которые выполняют одну техническую функцию, постоянно совершенствуются, развиваются и их разные поколения между собой «генетически» связаны. Генетический признак служит фактором для выделения наук об автомобилях, землеройной технике, плавающих судах, летательных аппаратах и многих других.

Уровень структурной сложности материальных тел представляет собой основу для возникновения многих наук. По этому признаку происходит вертикальное деление общих наук, которые относятся к разным областям природы. В составе геологии таким образом выделяются тектоника, петрология, минералогия. Внутри физики в порядке снижения структурной сложности исследуемых объектов располагаются: физика твердого тела, молекулярная, атомная, ядерная и физика элементарных частиц.

Вертикальное деление биологии происходит следующим образом. Экология изучает живое на уровне сообществ, которые взаимодействуют с неживой природой, ценология изучает взаимоотношения различных видов на некотором природном участке, предметом анатомии являются организмы, цитологии — клетки, молекулярной биологии — биомолекулы. Подобное деление по структурным уровням имеет место и в составе технических наук.

Приведем примеры наук, которые используют некоторый аспект рассмотрения или подход к материальным телам. В географии изучается распределение разноприродных тел и созданных человеком сооружений по поверхности Земли. Эту науку интересуют не сами по себе материальные тела, а именно аспект их распределения по поверхности Земли. Предметом кибернетики служит аспект управления в природных и искусственных системах. Предметом то-

пографии является поверхность Земли в аспекте ее рельефного строения.

Различные способы измерений также способствуют появлению ряда наук. Спектроскопия изучает свойства микроскопических и макроскопических тел по их спектрам излучения и поглощения. В рентгенографии измерительным «инструментом» служит рентгеновское излучение. Электронография использует в качестве метода изучения тел рассеяние ими ускоренных электронов.

Конкретные науки возникают путем постепенного перехода из потенциальной отдельности в актуальную. Потенциальная отдельность возникает тогда, когда одним ученым или их группой осмыслена важность изучения определенной специфической природной области, взаимосвязанной совокупности происходящих в ней процессов или аспекта рассмотрения тех и других.

В связи с принципиально незавершенным характером научного знания даже традиционные достаточно развитые науки имеют подвижные границы и содержат потенциально возможную компоненту. В ещё большей степени это касается молодых дисциплин. Они, как правило, преобладающей своей частью существуют в потенци, в ещё нереализованном состоянии. Актуальная отдельность конкретной науки возникает параллельно с накоплением знаний о соответствующей области и опубликованием их в специфических изданиях. Сформировавшаяся зрелая наука имеет свой понятийный, математический или технический аппарат, методологию (то есть способ получения новых знаний) и теорию.

По нашим оценкам на сегодняшний день можно выделить более 1300 разнообразных наук, которые отличаются по изучаемым природным областям, объектам, размерам, способам формирования. Упорядочение такого количества наук невозможно провести по какому-то одному признаку. Всю их совокупность целесообразно вначале разбить на определенные типы.

Наиболее важные соображения для координирования наук даёт нам понятие объекта научного познания (что изучает наука в целом?). Таким объектом, как мы полагаем, является практическое взаимодействие человека с внешним миром. Анализ данного объекта, выделение в его составе наиболее крупных сторон (граней) и аспектов рассмотрения может указать нам общие типы наук. Тем самым достигается укрупненная систематика наук на уровне типов.

В расчлененном виде объект научного познания содержит три крупные стороны или грани: внешний мир, материальную деятельность человека и самого человека. Каждой из отмеченных сторон необходимо сопоставить отдельный тип наук. В результате получаем: 1) науки о естественных материальных объектах (естественные), 2) науки о материальной деятельности человека (технические), 3) науки о человеке и духовной деятельности (гуманитарные). Эти три типа наук изучают материальные объекты и происходящие с ними процессы непосредственно.

Объекту научного познания можно сопоставить две нематериальные стороны — абстрактную и временную. Кроме того, для всех граней объекта научного познания могут быть установлены наиболее общие закономерности строения, движения, развития. Таким образом, дополнительно возникают три аспекта рассмотрения объекта познания, которым соответствуют еще три типа наук: 4) абстрактные, 5) исторические, 6) философские.

Последние три типа наук также направлены на изучение материальных систем и процессов, но выполняют они свою роль опосредованно. Абстрактные науки опосредуются с реальностью через абстрактные объекты и их отношения, исторические — через «материальных свидетелей», сохранивших до нашего времени следы давно прошедших событий, а философские — через экспери-



ментальные данные и закономерности, устанавливаемые остальными науками. Предметы изучения абстрактных, исторических и философских наук, в отличие от наук первых трех типов, невозможно получить для непосредственного восприятия в качестве некоторого материального объекта или процесса, нельзя, так сказать, «потрогать руками».

Чтобы представить всю науку как единую целостную систему, мы должны выделенные шесть типов наук связать в единое целое. Исходя из структуры объекта научного познания и приведенной далее аргументации, объединяем все типы наук в одно целое, что можно увидеть в табл.1. Таким образом, получаем взаимное расположение всех шести типов (континентов науки) на карте или информационном поле науки.

В нижней части табл.1 располагаются науки с 1-го по 3-й тип, то есть естественные, технические и гуманитарные. По обеим сторонам от них находятся два типа — абстрактные и исторические науки. В самом верху в качестве производного типа помещены философские науки.

Ряд естественных наук от физики до фармакологии подразделяется на частные науки в зависимости от видов и структурных уровней изучаемых объектов. Физику и химию как науки, изучающие наиболее фундаментальные уровни процессов в материальных объектах, целесообразно расположить ниже других естественных наук в виде основы, на которой они формируются.

Технические науки (тип 2) изучают как способы получения (технологии изготовления) искусственных объектов, так и их устройство, функционирование, взаимодействие с окружающими телами. Технические науки представлены рядом наук от горного дела до пищевой промышленности.

Многообразие гуманитарных наук (тип 3) изучает различные стороны жизни человеческого общества, от проблем демографии и этнологии до вопросов культуры и духовной жизни.

Четвертый общий тип представлен абстрактными науками — от математики до кибернетики. Абстрактный характер математики не требует комментариев. Системология изучает системно-структурный аспект организации материальных объектов. Экономика изучает движение материальных ценностей в человеческом обществе. Ценность — понятие нематериальное, абстрактное, поэтому совокупность экономических наук следует отнести к числу абстрактных. Кибернетика изучает аспект управления в природных и искусственных системах.

Пятый общий тип охватывает исторические науки. Они образованы рядом наук от истории природы до источниковедения.

В шестом типе охвачены философские науки от логики до социальной философии.

Для расположения наук внутри общих типов требуются дополнительные критерии, служащие осями для двумерной системы координат. При выборе системы координат для карты науки будем исходить из процесса развития материального мира. В едином закономерном процессе происходило становление современного мира от звёздного вещества до неорганической природы, возникали органические вещества и началась эволюция живых существ со всё возрастающей дифференциацией.

Усложнение вещества происходило во времени от прошлого к будущему, от неорганических веществ к органическим, от неорганизованной материи к организованной. Становление организованной материи или живой природы происходило в направлении от простых форм существования к сложным, то есть в последовательно-параллельном процессе развития формировались микроорганизмы, растения, животные.

С появлением человека из естественной природы развивается искусственная (созданная человеком), пассивное восприятие окружающего мира и по-

Таблица 2

## Координатные оси для карты науки

Координаты для вертикальной оси (снизу — вверх)	Конкретное — абстрактное Естественное — искусственное Простое — сложное Прошлое — будущее
Координаты для горизонтальной оси (слева — направо)	Прошлое — будущее Простое — сложное Неорганическое — органическое Естественное — искусственное

требление только того, что было в природе, сменяются трудовым воздействием на природу с целью создания продуктов питания, жилья и предметов обихода. Параллельно с материальной деятельностью формируется и мыслительная, сопровождающаяся появлением и развитием всё более многообразного и обширного духовного мира (язык, литература, культура, наука).

Этот эволюционный процесс даёт нам следующий ряд отличительных признаков, которые нарастают в изучаемых науках объектов и могут использоваться в качестве координатных осей для карты науки: время появления (прошлое — будущее), простое — сложное, неорганическое — органическое, естественное — искусственное, конкретное — абстрактное. Для вертикальной и горизонтальной осей координат используются признаки, приведенные в табл. 2.

Следует ещё раз подчеркнуть, что науки, как и изучаемые ими объекты, обладают многокачественностью, не мо-

гут быть абсолютно четко разделены по изучаемым объектам. Поэтому не для всех наук удаётся одновременно выдерживать требуемую последовательность по всем координатам. Иногда оказывается, что по степени сложности изучаемые объекты отличаются несущественно, но при этом степень их абстрактности отличается в большей степени и для взаимного расположения наук приходится принимать во внимание изменение только этого показателя.

Решение затронутых вопросов дало общие ориентиры и конкретную систему координат для построения карты науки. На эту карту нанесены 6 общих типов наук, сравнительно крупные науки (64) и составляющие их частные науки. Всего на карту науки нанесено около 1300 наук (детальное описание частных карт науки, образующих её атлас, см. в [7]). Предложенная карта может служить основой для наглядного представления библиотечных классификаций, всевозможных информационных систем.

1. *Borner K.* Mapping the Landscape of Science. 2004. ([http://www.slis.indiana.edu/news/story.php?story\\_id=807](http://www.slis.indiana.edu/news/story.php?story_id=807)).

2. *Garfield E.* Co-Citation Analysis of the Scientific Literature: Henry Small on Mapping the Collective Mind of Science // Current Content. — 1993, May 10. — Vol. 19. — P.3—13. (<http://www.garfield.library.upenn.edu/essays/v15p293y1992-93>).

3. *Шнаков А.А.* Модель Единого Знания (Универсальная Классификация). — М.: Познавательная книга плюс, 1999. — 32 с.

4. *Garfield E.* Mapping the World of Science. — 1998. — P.1—19 (<http://www.garfield.library.upenn.edu/papers/mapsciworld.html>).

5. *Small H.* Visualizing Science by Citation Mapping // Journal of the American Society for Information Science. — 1999. — № 50(9). — P.799—813.

6. *Леонов В.П.* Заметки к учению о материи // Висн. НТУ «ХПИ». Сер. «Філософія». — 2005. — № 50. — С.13—23.

7. *Леонов В.П.* Атлас науки. — Харьков: ОО ФНТ, 2007. — 228 с.

Получено 26.12.2006

В.П. Леонов

### Карта науки

*Розглядаються проблемні питання, що стосуються розробки карти науки. До таких питань відносяться поняття окремої науки, виділення найбільш загальних типів наук, встановлення загальної системи координат для карти науки. Вирішення цих питань дозволяє розмістити на карті науки у впорядкованому вигляді загальні типи наук та окремі науки. Як наслідок на карті науки розміщено 6 загальних типів наук, всередині яких знаходиться 64 великі науки та близько 1300 часткових наук.*

И.И. Мочалов

## В.И. Вернадский о роли искусства в научном творчестве

*Рассматриваются идеи В.И. Вернадского о воздействии искусства на творческий потенциал ученого, о роли общечеловеческой культуры для развития научной интуиции и способностей исследователя.*

Искусство занимало в жизни В.И.Вернадского большое место. Достигаемое человеком «возможно большее счастье, — писал он еще в 1884 г., — состоит как в умственном и художественном кругозоре, так и в материальной обеспеченности; умственный кругозор — наука; художественный — изящные искусства, поэзия, музыка, живопись, скульптура...» [1]. «Художественную литературу люблю и за ней внимательно слежу, — писал он много лет спустя. — Очень люблю искусство, живопись, скульптуру. Очень люблю музыку, сильно ее переживаю. Большое мое лишение, что редко мне ее приходится слушать по моим годам. Дома в известной степени это заменяло мне хорошее радио, которое было у меня в Москве» [2]. Близкими друзьями Вернадского были историк и литературовед И.М.Гревс, известный художник В.А.Фаворский. Лично был знаком Вернадский с великими русскими писателями Л.Н.Толстым и А.М.Горьким, ценившими научное творчество Вернадского очень высоко. Хорошо знал Вернадский творчество А.И.Герцена,

Р.Ролана, М.А.Шолохова и других выдающихся писателей с мировыми именами. Гете и Тютчев были его любимыми поэтами.

Высоко ценил В.И.Вернадский вклад в мировое искусство русских его представителей — писателей, поэтов, художников, композиторов XIX—XX вв. Так, в 1897 году во время работы в Москве Международного геологического конгресса Вернадский вместе с некоторыми иностранными его участниками посетил Третьяковскую галерею. «Меня самого, — писал Вернадский, — поразило ее богатство, несомненная огромная талантливость русского гения, и я пережил хорошее чувство патриотизма, когда присутствовал при искреннем, постепенно нарождающемся в иностранцах, чувстве удивления и восхищения» [3, с. 162].

В.И.Вернадский отмечает, что при всем великом значении русского искусства его историческое вхождение в сознание человечества в целом, в национальное самосознание народов России в том числе, в силу определенных обстоятельств происходило далеко не сра-

© И.И. Мочалов, 2007