

Современная естественнонаучная картина мира

ЛЕКЦИЯ 1

Что такое наука?

§1.1 Определение науки и ее место в человеческой культуре

Человеческую культуру принято делить на материальную, охватывающую результаты материальной деятельности человека, и духовную, включающую сферу сознания, духовного производства (рис.1). Компонентами духовной культуры являются мораль, право, религия, искусство и многие другие формы общественного сознания, в том числе и основной объект нашего внимания в этом курсе — наука, функцией которой является производство и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности.

На следующем иерархическом уровне наука условно подразделяется на естествознание (естественные науки), гуманитарные (или общественные) науки и технические науки. Объектом изучения естествознания является природа, под которой

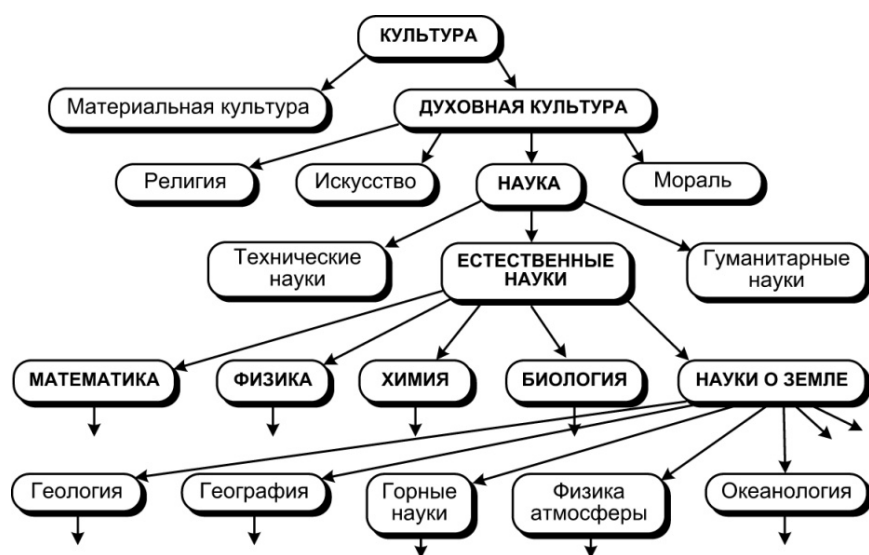


Рис. 1 Иерархия уровней культуры

естествознанием. Более 90 % всех важнейших достижений научно-технического уровня сделаны в XX в.

В свою очередь традиционный перечень естественных наук таков: математика, физика, химия, биология, науки о Земле¹. На этом же иерархическом уровне гуманитарные науки подразделяются на историю, археологию, этнологию, антропологию, экономику и социально-экономическую географию, философские науки, литературоведение, юридические и политические науки, социологию, искусствоведение, психологию и другие. В некоторых классификациях выделяют отдельно гуманитарные науки, как науки о человеке, его мышлении, деятельности (классическая психология, этика, филология и др.) и общественные науки, изучающие

¹ Включение математики в число естественных наук поддерживается далеко не всеми. Многие считают математику отдельным, самостоятельным компонентом науки, формирующим ее язык. Более подробно об этом речь пойдет далее. В некоторых классификаторах отдельными структурными компонентами естествознания, помимо названных, считаются астрономия и экология.

социальную форму движения (социология, экономика, право). Следует, конечно, иметь в виду, что указанное разделение естественных и гуманитарных наук является весьма условным, четких граней между разделами может и не существовать. Более того, самыми актуальными и динамично развивающимися являются сейчас именно пограничные области, такие как биофизика, геохимия, математическая лингвистика и т. п.

Следующий иерархический уровень содержит области знания (названия некоторых из них указаны на рис.1). Например, науками о Земле являются геология, геохимия, геофизика, горные науки, океанология, физика атмосферы, география и гидрология суши. Дальнейшее дробление областей знания связано с еще большей конкретизацией рассматриваемых вопросов. Например, в геологии, как одной из наук о Земле, изучаются общая тектоника и геодинамика, тектоника континентов и дна океанов, стратиграфия, литология, палеонтология, петрология магматических пород и другие вопросы. Следует отметить, что и этот иерархический уровень далеко не последний.

Таким образом, наука имеет очень сложную, иерархическую структуру, причем тенденция к еще большему усложнению этой структуры не ослабевает.

Наука – это сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка, производство и систематизация объективного знания в форме законов, позволяющих описывать, объяснять и предсказывать процессы и явления действительности.

Под наукой понимают:

1. **процесс получения знания (научная деятельность)** – совокупность теорий, концепций, идей, фактов, гипотез, методов исследования, которые приняты в данный момент.

Здесь нужно понимать, что научные средства (теории, методы, приборы и т.д.) исторически обусловлены (Например, «наука» античности, «наука» Средневековья). То, что сейчас кажется наивным, примитивным, ранее могло быть верхом научной и технической мысли.

2. **результат научной деятельности (система знания)** – историческая последовательность более и более совершенных систем знания.
3. **коллективы ученых (соц. институты)** – множество организационных форм, используемых отдельными учеными и коллективами ученых для занятия н. деятельностью (Примеры: академия, университет, научное общество, кружок, НИИ, исследовательские и аналитические корпорации. Все они связаны в единую систему, называемую «научным сообществом»).

Любая наука систематична – в том смысле, что она имеет определенную структуру, а не является бессвязным набором частей.

Современная наука — целостный динамически организованный и саморазвивающийся организм. Она насчитывает около 15 тыс. научных дисциплин, число ученых превосходит 5 миллионов человек, а научная информация удваивается каждые 10—15 лет (экспоненциальный рост). С развитием методов исследования

конкретных естественнонаучных дисциплин фундаментальные науки — физика, химия, астрономия, биология — сформировались к середине XX в., стали «обрастать» смежными дисциплинами. Появились биохимия, геофизика, химическая физика, физическая химия, астрофизика, молекулярная биология, геохимия, астробиология, астронавтика и другие.

Функции науки:

1. **описательная** – выявление существенных свойств и отношений действительности;
2. **систематизирующая** – выстраивание системы научного знания;
3. **объяснительная** – объяснение сущности изучаемого явления, причин его возникновения и развития;
4. **производственно-практическая** – возможность применения полученных знаний на практике;
5. **прогностическая** – возможность научного предвидения явлений в будущем;
6. **мировоззренческая** – внесение полученных знаний в существующую картину мира.

§1.2 Дифференциация и интеграция в науке

Развитие науки характеризуется диалектическим взаимодействием двух противоположных процессов - **дифференциацией** (выделением новых научных дисциплин) и **интеграцией** (синтезом знания, объединением ряда наук - чаще всего в дисциплины, находящиеся на их «стыке»). На одних этапах развития науки преобладает дифференциация (особенно в период возникновения науки в целом и отдельных наук), на других - их интеграция, это характерно для современной науки.

Дифференциация наук является закономерным следствием быстрого увеличения и усложнения знаний. Она неизбежно ведет к специализации и разделению научного труда. Последние имеют как позитивные стороны (возможность углубленного изучения явлений, повышение производительности труда ученых), так и отрицательные (особенно «потеря связи целого», сужение кругозора - иногда до «профессионального кретинизма»). Касаясь этой стороны проблемы, А. Эйнштейн отмечал, что в ходе развития науки «деятельность отдельных исследователей неизбежно стягивается ко все более ограниченному участку всеобщего знания. Эта специализация, что еще хуже, приводит к тому, что единое общее понимание всей науки, без чего истинная глубина исследовательского духа обязательно уменьшается, все с большим трудом поспевает за развитием науки...; она угрожает отнять у исследователя широкую перспективу, принижая его до уровня ремесленника».

Примеры дифференциации:

в биологии: (всего в биологии выделяют около 60 дисциплин):

- ✓ нейробиология – наука, изучающая устройство, функционирование, развитие, генетику, биохимию, физиологию и патологию нервной системы;
- ✓ этология – полевая дисциплина зоологии, изучающая генетически обусловленное поведение (инстинкты) животных, в том числе людей;
- ✓ анатомия – раздел биологии и конкретно морфологии, изучающий строение тела организмов и их частей на уровне выше клеточного;

- ✓ молекулярная биология – комплекс биологических наук, изучающих механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации, строение и функции белков и нуклеиновых кислот.

в химии:

- ✓ аналитическая химия – занимается изучением веществ с целью получить представление об их химическом составе и структуре, в рамках этой дисциплины ведется разработка экспериментальных методов химического анализа;
- ✓ квантовая химия – рассматривает химические и физические свойства веществ на атомарном уровне (моделях электронно-ядерного строения и взаимодействий, представленных с точки зрения квантовой механики).
- ✓ нефтехимия – раздел химии, изучающий химизм превращений углеводородов нефти и природного газа в полезные продукты и сырьевые материалы;

в физике:

- ✓ физика твердого тела – описывает физические свойства твердых тел с точки зрения их атомарного строения;
- ✓ физика элементарных частиц – раздел физики, изучающий структуру и свойства элементарных частиц и их взаимодействия;
- ✓ акустика – наука о звуке, изучающая физическую природу звука и проблемы, связанные с его возникновением, распространением, воспроизведением и воздействием.

Одновременно с процессом дифференциации происходит и процесс интеграции - объединения, взаимопроникновения, синтеза наук и научных дисциплин, объединение их (и их методов) в единое целое, стирание граней между ними. Это особенно характерно для современной науки, где сегодня бурно развиваются такие синтетические, общенаучные области научного знания как кибернетика, синергетика и др., строятся такие интегративные картины мира, как естественнонаучная, общенаучная, философская (ибо философия также выполняет интегративную функцию в научном познании).

В современной науке получает все большее распространение объединение наук для разрешения крупных задач и глобальных проблем, выдвигаемых практическими потребностями. Так, например, сложная проблема исследования Космоса потребовала объединения усилий ученых самых различных специальностей. Решение очень актуальной сегодня экологической проблемы невозможно без тесного взаимодействия естественных и гуманитарных наук, без синтеза вырабатываемых ими идей и методов.

Примеры интеграции (стыковые науки):

- ✓ биофизика – раздел биологии, изучающий физические аспекты существования живой природы на всех ее уровнях, начиная от молекул и клеток, и заканчивая биосферой в целом.
- ✓ астробиология (экзобиология) – наука, предметом которой является изучение происхождения, эволюции и распространения жизни во Вселенной.
- ✓ нейролингвистика – отрасль психологической науки, пограничная для психологии, неврологии и лингвистики, изучающая «мозговые механизмы речевой деятельности и те изменения в речевых процессах, которые возникают в локальных поражениях мозга».

Выяснив основные особенности современной науки, можно дать определение естествознанию. Естествознание – это раздел науки, основанный на воспроизводимой эмпирической проверке гипотез и создании теорий или эмпирических обобщений, описывающих природные явления.

Предмет естествознания — факты и явления, которые воспринимаются нашими органами чувств. Задача ученого — обобщить эти факты и создать теоретическую модель, включающую законы, управляющие явлениями природы. Следует различать факты опыта, эмпирические обобщения и теории, которые формулируют законы науки. Явления, например тяготение, непосредственно даны в опыте; законы науки, например закон всемирного тяготения — варианты объяснения явлений. Факты науки, будучи установленными, сохраняют свое постоянное значение; законы могут быть изменены в ходе развития науки, как, скажем, закон всемирного тяготения был скорректирован после создания теории относительности.

Значение чувств и разума в процессе нахождения истины — сложный философский вопрос. В науке признается истиной то положение, которое подтверждается воспроизводимым опытом. Основной принцип естествознания гласит: знания о природе должны допускать эмпирическую проверку. Не в том смысле, что каждое частное утверждение должно обязательно эмпирически проверяться, а в том, что опыт, в конечном счете, является решающим аргументом принятия данной теории.

Естественные науки обладают еще рядом отличий от других областей знания, в том числе от многих гуманитарных наук. Во-первых, естественные науки **общезначимы** – в том смысле, что получаемые в них знания пригодны для всех людей, и естественнонаучный язык – однозначный. Во-вторых, естественнонаучные истины **обезличенны** – ни индивидуальные особенности ученого, ни его национальность или место проживания никак не представлены в конечных результатах научного исследования. В-третьих, естественные науки **внеморальны** – в том смысле, что научные истины нейтральны в морально-этическом плане, а нравственные оценки могут относиться либо к деятельности по получению знания, либо к деятельности по его применению (см. далее «Этика науки»).

Человек обладает знанием об окружающей его природе (Вселенной), о самом себе и собственных произведениях. Это делит всю имеющуюся у него информацию на два больших раздела: на естественнонаучное (естественное в том смысле, что изучается то, что существует независимо от человека в противоположность искусственному—созданному человеком) и гуманитарное (от лат «Ното» — человек) знание, знание о человеке.

Как следует из определения, различия между естественнонаучными и гуманитарными знаниями заключаются в том, что первые основаны на разделении субъекта (человека) и объекта (природы, которую познает человек — субъект), при преимущественном внимании, уделяемом объекту, а вторые имеют отношение прежде всего к самому субъекту.

Английский писатель Ч. Сноу сформулировал альтернативу «двух культур» — научно-технической и художественно-гуманитарной,— по его мнению, разделенных настолько в современном мире, что представители каждой из них не понимают друг друга. В нашей печати в 60-х годах велись очень интенсивные дискуссии между «физиками» и «лириками». Они показали как несостоятельность неумеренных

притязаний тех и других на монопольное обладание истиной, так и необходимость более целостного развития культуры как таковой, взаимодействия науки и искусства, развития естественной науки о человеке (антропологии) в его индивидуальном и социальном измерениях.

Критерии различия естественных и гуманитарных наук

Критерии различия	Естественные науки	Гуманитарные науки
Объект исследования	Природа	Человек, общество
Ведущая функция	Объяснение (истины доказываются)	Понимание (истины истолковываются)
Характер методологии	Генерализирующий (обобщающий)	Индивидуализирующий
Влияние ценностей	Малозаметно, неявно	Существенно, открыто
Антропоцентризм	Изгоняется	Неизбежен
Идеологическая нагрузка	Идеологический нейтралитет	Идеологическая нагруженность
Применение экспериментальных методов	Основа методологии	Затруднено

В пользу необходимости сближения естественнонаучной и гуманитарной культур говорят следующие факты:

1. Целостность и единство окружающего нас мира.

Мир един в силу своей материальности; всякая наука изучает стороны и свойства движущейся материи, поэтому научное знание едино в том смысле, что все оно является отражением материального мира». Таким образом, одна из возможностей интеграции соответствует идее материального единства Вселенной, а также собственной корреспонденции этого единства концепции науки как способа отражения, процесса конструирования целостной картины мира.

2. Существование междисциплинарных предметов исследования и глобальных задач человечества.

Такие активно развивающиеся направления, как биоэтика, психофизиология, нейролингвистическое программирование и другие отсылают к постановке вопросов, сама возможность ответа на которые предполагает выход за пределы традиционной модели становления научной мысли (отраслевого членения на сферу естествознания и область социально-гуманитарных дисциплин).

3. Проникновение естественнонаучных методов исследования в «гуманитаристику» и повсеместная компьютеризация.

Научный прогресс приводит к тому, что даже те объекты, которые исторически считались недоступными для строго-научного исследования, сейчас подвергаются активному изучению с обширным вовлечением экспериментов, математического аппарата, компьютерного моделирования и проч. Такая ситуация уже обстоит с современной психологией, социологией, экономикой, лингвистикой, этикой.

§1.4 Этика науки

Этика науки изучает специфику моральной регуляции в научной сфере. Задача этики науки – отыскание и обоснование ценностей, норм, моральных принципов, которые способствовали бы, во-первых, большей эффективности научного труда, во-вторых, его безупречности с позиций общественного блага.

В связи с этим можно выделить два круга научно-этических проблем (в каком-то смысле их можно назвать «внутренней этикой науки» и «внешней этикой науки»):

1. Этика поведения в научном сообществе.

Она регулирует взаимоотношения и поведение ученых «внутри самой науки». Здесь определяется что хорошо, и что плохо в самой научной деятельности. Основными принципами здесь являются: самоценность истины (абсолютное равенство всех исследователей «перед лицом истины»); новизна научного знания как цель и решающее условие успеха ученого; полная свобода научного творчества; признание факта, что научные истины – всеобщее достояние; исходный критицизм.

Так же сюда входят и технические требования: обязательность ссылок на авторов идей; запрет плагиата; прозрачность исследовательских методов; ответственность за достоверность данных.

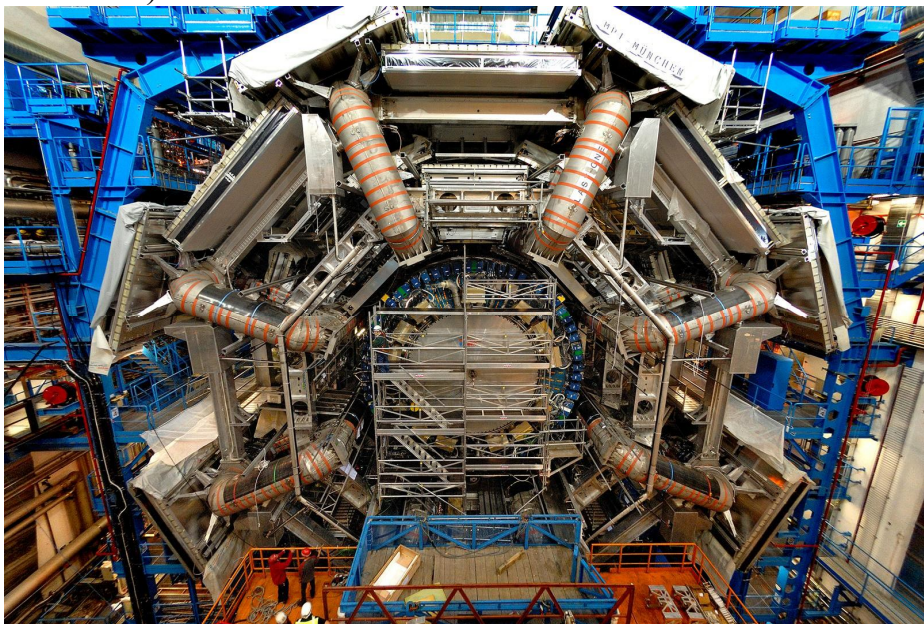
Опыты на себе.

*Многие ученые в целях подтверждения своих идей сами становились участниками опасных экспериментов. Барри Джеймс Маршалл, австралийский врач, профессор клинической микробиологии, стал лауреатом нобелевской премии в области медицины и физиологии (2005 год) за важнейшее медицинское открытие: он показал, что язва желудка в большинстве случаев вызывается бактерией *Helicobacter pylori*. Примечательно, что решающий шаг в доказательстве своей гипотезы Маршалл сделал после того, как сам выпил культуру бактерии, выделенной у больного (на тот момент эксперименты по заражению лабораторных животных не удались). У Маршалла развились серьезные симптомы гастрита, затем он сумел вылечить свой гастрит, излечившись от бактериальной инфекции.*

2. Этика науки как социального института.

В 20-м веке наука превратилась в непосредственную производительную силу и обрела влияние планетарного масштаба. Научная деятельность уже давно начала сказываться на интересах общества.

Создание современной экспериментальной базы и информационного обеспечения науки требует отвлечения огромных материальных и людских ресурсов. Современная наука — «дорогое удовольствие». Строительство синхрофазотрона, необходимого для проведения исследований в области физики элементарных частиц, требует миллиарды долларов (см. рисунок). Космические исследования «стоят» еще больше. В развитых странах на науку сегодня затрачивается 2-3% валового национального продукта. Но без этого невозможны ни достаточная обороноспособность страны, ни ее производственное могущество. По этой причине научное сообщество обязано информировать общество о целях, задачах, перспективах и возможных последствиях научной деятельности, а главное возможных последствий применения достижений науки в технике и промышленности (см. Глобальные проблемы человечества).



Фрагмент большого адронного коллайдера

В поле зрения науки попали природные объекты, в которые включены (как составная часть) человек. Это экологические, биологические, биотехнологические, нейроинформационные системы и прочее. Сам прогресс науки способствует появлению этических проблем, неизвестных человечеству ранее. Например, этические проблемы эвтаназии, пересадки органов, клонирования. Данный спектр вопросов изучает отдельная дисциплина – **биоэтика**.

Внеморальность науки.

*Ставя перед наукой моральные или этические вопросы, необходимо понимать, что наука **внеморальна** в том смысле, что научные истины нейтральны в морально-этическом плане, а нравственные оценки могут относиться либо к деятельности по получению знания (этика ученого требует от него интеллектуальной честности и мужества в процессе поиска истины), либо к деятельности по его применению.*

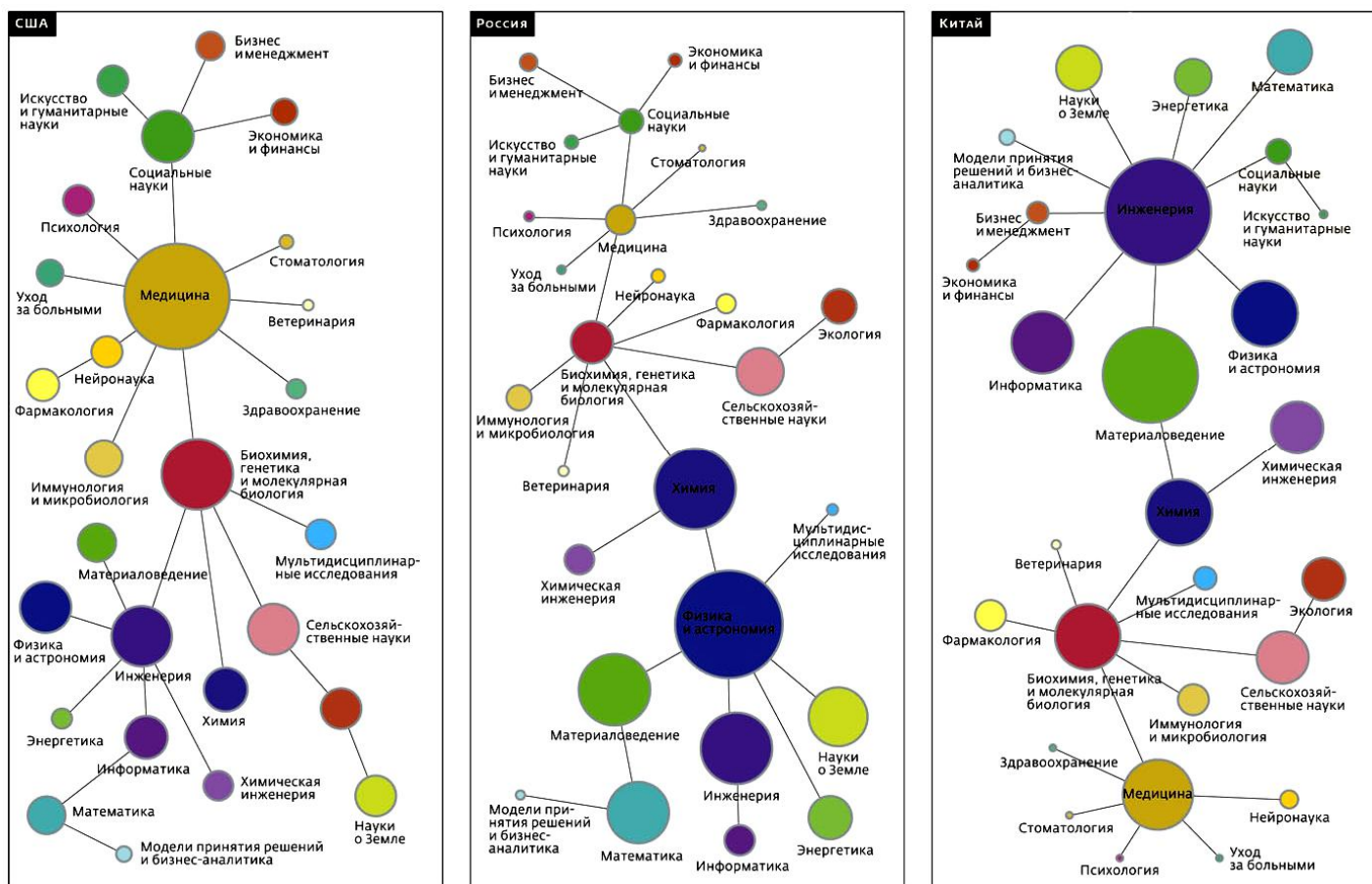
Таким образом, выбор конкретной стратегии научного поиска требует учета четко просчитанных общесоциальных целей и ценностей. Наука перестает быть «личным делом» самих ученых. На сегодняшний день любое крупное научное исследование может иметь и социальные, и природные, и экономические, и политические последствия.

§1.5 Панорама современного естествознания
(для дополнительного чтения – материал <http://rusrep.ru/science/>)

Как сравнить развитие науки в разных странах и областях знания? Самый надежный показатель — число работ в признанных мировым научным сообществом журналах, а также уровень цитируемости этих работ.

Возьмем для анализа карту мировой науки, созданную компанией Science-Metrix, и карты развития наук в отдельных странах, сгенерированные наукометрическим порталом SCImago Journal & Country Rank. Они построены на основе базы данных Scopus, которая индексирует более 18 тысяч журналов.

На картах можно увидеть относительный размер разных областей науки и связи между областями, в которых ученые часто цитируют друг друга. Чем больше кружок, тем больше статей вышло в 2011–2012 годах в этой области. Чем больше связей у кружка с другими, тем важнее его роль для прогресса.



США: биомедицина на первом месте

Карта науки в стране — флагмане мировой науки — похожа на аналогичные карты Германии, Великобритании, Японии и других постиндустриальных стран. Центральный узел карты — «Биохимия, генетика и молекулярная биология» — теснейшим образом связан с гигантским кластером исследований в области медицины, который, словно спутники, притягивает к себе такие дисциплины, как нейронаука и психология. Сдвиг приоритета от физики к биомедицине — фундаментальное изменение, связанное с новым пониманием задач, стоящих перед наукой.

За последние годы на карте произошло еще одно важнейшее изменение: на центральную позицию выдвинулись исследования в области инжиниринга, то есть

посвященные созданию и адаптации новых технологий. Если раньше инжиниринг был «спутником» физики, значительно меньше связанным с химией, то теперь он объединяет биологию, физику, химию и науку о данных. Это главное место для так называемой НБИК-конвергенции, то есть соединения нано-, био-, инфо- и когнитивных исследований, или для IT-проектов в области биомедицины (сейчас эта область называется Digital health).

Россия: физики рулят

Карта достижений нашей страны характерна для XX века с его приоритетом наук о материальном мире. Центральное место занимает физика (размеры кружков относительные: наша «большая» физика — это 10 тыс. статей, а американская «маленькая» — 35 тыс.), инжиниринг привязан к ней. Компьютерные науки занимают незначительное место, неплохо развитая математика связана в первую очередь не с ними, а с физикой и материаловедением. Химия традиционно на втором месте, впереди биологии, о медицине и говорить не приходится — пока у нас это просто одна из многих второстепенных наук.

Китай: инженеры — самые главные

Своеобразную картину представляет из себя китайская наука — для «мировой фабрики» центральной и полностью доминирующей наукой оказывается инженерия, область создания новых технологий, а второй по величине — обслуживающее его материаловедение. А вот науки об обществе и особенно гуманитарные науки развиты в Поднебесной совсем мало.

Рекомендуемая литература:

1. Горелов, А. А. Концепции современного естествознания, Тема 1.
2. Кожевников Н.М. Концепции современного естествознания: учебное пособие, с.17–27.

Современная естественнонаучная картина мира. Лекция 1.
Подымов Л.И. УВАУ ГА (И). 2014, podymovl.narod.ru