



Kazan Federal UNIVERSITY

E. Nikolaeva, N. Khazieva, P. Kotliar

**HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE
COMMON PROBLEMS**

Textbook for masters, graduate students and applicants



Kazan
2021

*Published by the decision of the Educational and Methodical Commission of
Institute of Social and Philosophical Sciences and Mass Communications
(protocol №6 from 15 June 2021)*

Autors-compilers:

Doctor of Philosophy, Professor **Evgeniya Nikolaeva**,
Doctor of Philosophy, Assistant Professor **Nataliia Khazieva**
Doctor of Philosophy, Senior Lecturer **Polina Kotliar**

Reviewers:

Doctor of Philosophy **Rafail Nurullin**,
Doctor of Philosophy **Artur Karimov**

History and philosophy of science: common problems: textbook for masters, graduate students and applicants / aut.-comp.: E. Nikolaeva, N. Khazieva, P.Kotliar.–Kazan: Kazan Federal University, 2021. – 263 p.

This tutorial is made in accordance with the state program of candidate examination "History and Philosophy of Science" ("Philosophy of Science", Section 1 "General problems of the philosophy of science").

The purpose of the textbook is to give an idea of the philosophy of science as a knowledge industry, its features, basic schools and directions; to introduce the reader to the basic problems of the philosophy of science: the scientific criteria, the logic of scientific research, the structure of scientific knowledge, the mechanisms of generation of new knowledge, the scientific rationality, the historical types of science, the interaction of science and culture, the foundations of science, the value of science, the ethos of science, and others; show the specificity of philosophical solution to these problems.

The manual is intended for graduate students and applicants of all academic disciplines mastering the discipline of the candidate minimum "History and Philosophy of Science". It may be interesting and useful to professors, students, and anyone interested in the problems of history and philosophy of science.



Казанский федеральный
УНИВЕРСИТЕТ

Е.М. Николаева, Н.О. Хазиева, П.С.Котляр

ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ
ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ

Учебное пособие для магистров, аспирантов и соискателей



Казань
2021

УДК 167/168
ББК 87.2 И90

*Печатается по решению учебно-методической комиссии Института
социально-философских наук и массовых коммуникаций
(протокол № 6 от 15 июня 2021 года)*

Авторы-составители:

доктор философских наук, профессор кафедры общей философии
КФУ **Е.М. Николаева**,
кандидат философских наук, доцент кафедры общей философии
КФУ **Н.О. Хазиева**,
кандидат философских наук, старший преподаватель кафедры
общей философии КФУ **П.С.Котляр**

Рецензенты:

доктор философских наук, профессор кафедры общей
философии КФУ **Р.А. Нуруллин**;
доктор философских наук, профессор кафедры социальной философии
КФУ **А.Р.Каримов**

И90 История и философия науки: общие проблемы: учебное пособие
для магистров, аспирантов и соискателей / авт.-сост.: Е.М. Николаева, Н.О. Хазиева, П.С.Котляр. – Казань: Казан.федерал.ун-т, 2021.
– 263 с.

Настоящее учебное пособие составлено в соответствии с государственной программой кандидатского экзамена «История и философия науки» («Философия науки», раздел 1 «Общие проблемы философии науки»).

Цель пособия – дать представление о философии науки как отрасли знания, ее особенностях, основных школах и направлениях; ввести читателей в круг основных проблем философии науки: критерии научности, логика научного исследования, структура научного знания, механизмы порождения нового знания, научная рациональность, исторические типы науки, взаимодействие науки и культуры, основания науки, ценности науки, этос науки и др.; показать специфику философского решения этих проблем.

Пособие предназначено для аспирантов и соискателей всех научных специальностей, осваивающих дисциплину кандидатского минимума «История и философия науки». Оно может быть интересно и полезно преподавателям, студентам и всем, интересующимся проблемами истории и философии науки.

THE MAINTENANCE

| | |
|--|------------|
| Foreword | 6 |
| Topic 1. The subject and the basic concepts of the modern philosophy of science | 10 |
| Topic 2. Science in culture of a modern civilization..... | 40 |
| Topic 3. The emergence of science and the main stages of its historical evolution | 56 |
| Topic 4. The structure of scientific knowledge..... | 76 |
| Topic 5. Dynamics of science as process of generation of new knowledge | 100 |
| Topic 6. Scientific traditions and scientific revolutions. Historical types of scientific rationality | 118 |
| Topic 7. Features of the present stage of development of science. Prospects of scientific progress..... | 130 |
| Topic 8. Science as social institute..... | 150 |
| Topic 9. Digital transformation of the scientific environment | 170 |
| Applications | 209 |
| Recommended reading | 259 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|------------|
| Предисловие..... | 8 |
| Тема 1. Предмет и основные концепции современной философии науки | 11 |
| Тема 2. Наука в культуре современной цивилизации | 41 |
| Тема 3. Возникновение науки и основные стадии ее исторической эволюции | 57 |
| Тема 4. Структура научного знания | 77 |
| Тема 5. Динамика науки как процесс порождения нового знания | 101 |
| Тема 6. Научные традиции и научные революции. Исторические типы научной рациональности..... | 119 |
| Тема 7. Особенности современного этапа развития науки. Перспективы научного прогресса | 131 |
| Тема 8. Наука как социальный институт..... | 151 |
| Тема 9. Цифровая трансформация научной среды | 171 |
| Приложения | 209 |
| Список литературы | 260 |

Foreword

This tutorial is made primarily for foreign students (masters) – participants, who study masters' programs in English, and study Russian. At the same time, this tutorial is made in accordance with the program of candidate examination "The History and the Philosophy of Science" ("The Philosophy of Science", Section 1 "General problems of the philosophy of science") approved by the order of the Ministry of Education K 697 from 17.02.2004. It is intended for graduate students and applicants for all scientific disciplines mastering the discipline "The History and the philosophy of science", for lectors and all who want to get acquainted with this important and actual section of the philosophical knowledge.

The purpose of the publication is to give an idea of the philosophy of science as a knowledge industry, its features, basic schools and directions; to introduce the reader to the basic problems of the philosophy of science: scientific criteria, logic of scientific research, structure of scientific knowledge, mechanisms of generation of new knowledge, scientific rationality, laws of history of science, interaction of science and culture, foundations of science, value of science, ethos of science, and others; to show the specificity of the philosophical solution to these problems; to consider the base and premises of cognition, its principles, worldview, forming by natural science.

This tutorial is a bilingual text with a synchronous exposition of the material in English and Russian languages. The reader has the opportunity to study the material in a convenient language; and at the same time keep track of its translation. This method of studying information contributes to its better understanding and consolidation; and it promotes the study of a foreign language.

The tutorial consists of 8 topics. Topics 2,3,6,7 compiled and translated in English language by Nikolaeva E. Topics 1,4,5,8 compiled and translated by Khazieva N. Topic 9 compiled and translated by Kotliar P. In Topic 1, the general understanding of science, its definitions and the main approaches of researching the phenomenon "science" are presented. In Topic 2, the place of science in the culture of modern civilization is defined. In Topic 3, the appearance of science, the main stages of its historical evolution are described. Topic 4 is devoted to the structure of scientific knowledge, levels, methods and forms of cognition, and to the historical types of scientific picture of the world. In Topic 5, the dynamics of science as a process of generation of new knowledge is described. Topic 6 is devoted to the scientific traditions, the

process of birth of new knowledge and scientific revolutions. Topic 7 provides the analysis of present stage of development of science and the prospects of scientific progress. In Topic 8, science is considered as a social institution; and the attention is paid to the phenomena "scientific community" and "scientific schools". In Topic 9, discusses the features of the digital transformation of the scientific environment. The content of each topic is evolved through the presentation of its main didactic units provided by the program, which ends with a small glossary and a list of questions for a better reinforcement of the material. After presenting the main material the reader is suggested to review the texts of the philosophy of science by Alan Francis Chalmers, Karl Popper et al., reposed in the form of applications. The texts offer to reader in English only. General list of recommended literature is posted at the end of the book. The tutorial is written on the base of works of the Russian and foreign philosophers of science, as well as on the base of studies of the authors.

As a result, after reading this manual, the reader should have a general understanding of science as a form of activity and knowledge; of the nature and specificity of the natural science; of the preconditions and foundations of science that may allow him/her to navigate in the modern concepts of science in future, and to understand its close relationship with the culture and social changes.

The authors are very grateful to Kalimullina Y. and Khaziev T. for their assistance in writing the tutorial in English.

Предисловие

Настоящее учебное пособие предназначено, прежде всего, для иностранных студентов (магистров), проходящих обучение на английском языке и изучающих русский язык. В то же время, данное пособие составлено в соответствии с программой кандидатского экзамена «История и философия науки» («Философия науки», раздел 1 «Общие проблемы философии науки»), утвержденной приказом Минобразования РФ К 697 от 17.02.2004 г. и может быть рекомендовано аспирантам и соискателям всех научных специальностей, осваивающих дисциплину «История и философия науки», а также преподавателям, читающим этот курс, и всем желающим познакомиться с этим важным и актуальным разделом философского знания.

Цель пособия – дать представление о философии науки как отрасли знания, ее особенностях, основных школах и направлениях; ввести читателей в круг основных проблем философии науки: критерии научности, логика научного исследования, структура научного знания, механизмы порождения нового знания, научная рациональность, закономерности истории науки, взаимодействие науки и культуры, основания науки, ценности науки, этос науки и др.; показать специфику философского решения этих проблем; рассмотреть основания и предпосылки научного познания, его принципы, картины мира, формируемые естествознанием.

Данное учебное пособие представляет собой билингвистический текст с синхронным изложением материала на английском и русском языках. Читатель имеет возможность изучать материал на удобном ему языке и одновременно отслеживать его перевод. Такой метод изучения материала способствует его лучшему пониманию, закреплению, а также способствует изучению иностранного языка.

Учебное пособие состоит из 8 тем. Темы 2,3,6,7 составлены и переведены на английский язык Николаевой Е.М. Темы 1,4,5,8 – Хазиевой Н.О. Тема 9 – Котляр П.С. В теме 1 даны общее понимание науки, ее определения и основные подходы к исследованию феномена науки. В теме 2 определяется место науки в культуре современной цивилизации. В теме 3 описано возникновение науки, а также основные стадии ее исторической эволюции. Тема 4 посвящена структуре научного знания, уровням, методам и формам познания, а также историческим типам научной

картины мира. В теме 5 описана динамика науки как процесс порождения нового знания. Тема 6 посвящена научным традициям, процессу зарождения нового знания и научным революциям. Тема 7 содержит анализ особенностей современного этапа развития науки и перспектив научного прогресса. В 8 теме наука рассматривается в качестве социального института, уделяется внимание таким феноменам как научное сообщество и школа. В теме 9 рассматриваются особенности цифровой трансформации научной среды. Содержание каждой темы разворачивается через изложение ее основных дидактических единиц, предусмотренных программой, которое завершается небольшим глоссарием и вопросами по пройденной теме для лучшего закрепления материала. После изложения основного материала читателю предлагается ознакомиться с текстами по философии науки таких авторов как, например, А. Чалмерса, К. Поппера и др., представленными в виде приложений. Тексты предлагаются читателю только на английском языке. В конце книги размещен общий список литературы. Пособие написано на основе работ отечественных и зарубежных философов науки, а также на базе исследований самих авторов. При написании пособия были использованы материалы учебного пособия «Общие проблемы философии науки: учебное пособие для аспирантов и соискателей» (авторы-составители Е.М. Николаева, М.Д. Щелкунов. Казань, изд-во «Познание», 2008 г.). Включение этого материала в настоящее пособие проведено с согласия М.Д. Щелкунова.

В результате ознакомления с данным пособием, у читателя должно сложиться общее понимание особенностей науки как формы деятельности и знания, природы и специфики естественнонаучного знания, предпосылок и оснований науки, что в дальнейшем позволит ему ориентироваться в современных концепциях науки и понимать ее тесную связь с культурой и социальными изменениями.

Авторы-составители выражают благодарность Калимуллиной Ю.Ф. и Хазиеву Т.А. за их помощь при написании текста пособия на английском языке.

Topic 1. The subject and the basic concepts of the modern philosophy of science

1. Science as a cognitive activity, social institution and cultural sphere
2. The modern philosophy of science as a study of the general laws of scientific knowledge in its historical development and the changing social and cultural context
3. Approaches to the study of science
4. Positivist tradition in the philosophy of science
5. Internalism and externalism

•Science as a cognitive activity, social institution and cultural sphere

Science is a deliberate, procedural, and structured *cognitive activity*. The structure of science as an activity can be represented as a set of three basic elements: the goal – obtaining new scientific knowledge; the subject – the available empirical and theoretical information to help solve scientific problems; the resources – methods of analysis and communication available to the researcher that help achieve acceptable to the scientific community solution to a problem.

Modern science does not just come down to the purely cognitive activity. It's functioning and development is determined by the practical and the social needs of the society. Science today being a major source of innovation is focused on the creation of the new use values. Scientific innovation is the initial element of the modern knowledge-based economy. The main demand of the modern society imposed on scientific activities is the most useful innovations. Implementation of this requirement is provided by the system of the organization and the management of science as a special *social institution* (see Topic 8).

Understanding science as a *sociocultural phenomenon* assumes its consideration depending on the diverse influences and the forces operating in society. Science defines its priorities based on the socio-cultural context, historical conditions, while it largely affects the social life. One can talk about the dialectical interdependence of science and society: as a socio-cultural phenomenon, science emerged in response to the need for humanity to produce and obtain the true and adequate knowledge of the world, and therefore, it exists providing a very significant impact on the development of all spheres of the public life.

Тема 1. Предмет и основные концепции современной философии науки

1. Наука как познавательная деятельность, социальный институт и сфера культуры
2. Современная философия науки как изучение общих закономерностей научного познания в его историческом развитии и изменяющемся социально-культурном контексте
3. Подходы к исследованию науки
4. Позитивистская традиция в философии науки
5. Интернализм и экстернализм

• **Наука как познавательная деятельность, социальный институт и сфера культуры**

Наука – это целенаправленная, процессуальная, структурированная *познавательная деятельность*. Структуру науки как деятельности можно представить в виде совокупности трех основных элементов: цели – получения нового научного знания, предмета – имеющейся эмпирической и теоретической информации, способствующей решению научной проблемы, средств – имеющихся в распоряжении исследователя методов анализа и коммуникации, способствующих достижению приемлемого для научного сообщества решения заявленной проблемы.

Современная наука не сводится, однако, к чисто познавательной деятельности. Ее функционирование и развитие обусловлено практическими и социальными потребностями общества. Наука сегодня, являясь основным источником инновационной деятельности, ориентирована на создание новых потребительных стоимостей. Научные инновации являются исходным звеном современной наукоемкой экономики. Главное требование современного общества, предъявляемое к научной деятельности, – максимально полезные инновации. Реализация этого требования обеспечивается соответствующей системой организации и управления наукой как особым *социальным институтом* (см. тему 8).

Понимание науки как *социокультурного феномена* предполагает ее рассмотрение в зависимости от многообразных сил и влияний, действующих в обществе. Наука определяет свои приоритеты, исходя из социально-культурного контекста, исторических условий, при этом она сама в значительной степени влияет на общественную жизнь. Можно говорить о диалектической взаимообусловленности науки и общества:

As a socio-cultural phenomenon, science grows in a certain cultural environment; it is determined by the cultural tradition. In today's society, it is directly or indirectly present in all spheres of human relationships, and has an impact on all forms of activities related to the production, exchange, distribution and consumption of things, and it is being promoted in the relationship of the people themselves.

- **The modern philosophy of science as a study of the general laws of scientific knowledge in its historical development and the changing social and cultural context**

According to the domestic researcher T. Leshkevich, in creating the image of the *philosophy of science* one should distinguish between the two meanings of this term: 1) as a direction of the Western and the Russian philosophy presented by a variety of concepts that offer one or another model of the development of the science which originated in the second half of the XIX-th century; 2) as a discipline that emerged during the second half of the XX-th century in response to the need to understand the socio-cultural function of science in the scientific and technological revolution (STR). Its subjects are the general patterns and trends of the scientific cognition as a special activity for the production of the scientific knowledge taken in its historical development and considered in the changing social and cultural context¹.

The formation and development of the philosophy of science as a discipline was influenced by: 1) the general socio-cultural background of a particular historical epoch; 2) gnosiological, epistemological, and methodological studies; 3) theoretical approaches, models and concepts developed in the framework of the philosophy of science as a branch of the modern philosophy.

The range of the main problems of the philosophy of science is quite wide: the scientific criteria and the differences between the scientific knowledge and the unscientific one; logic of the scientific research; structure of the scientific knowledge; mechanisms for generating new knowledge; scientific rationality; patterns of the history of science; interaction of science and culture; science base; value of science; ethos of science, etc. All of them are derived from the central problem of the philosophy of science – *the problem of growth (development) of the scientific knowledge*.

¹ Philosophy of science in questions and answers. Rostov on Don, 2006. P. 5.

как социокультурный феномен наука возникла, отвечая на потребность человечества в производстве и получении истинного, адекватного знания о мире, и существует, в свою очередь, оказывая весьма заметное воздействие на развитие всех сфер общественной жизни.

Как социокультурный феномен наука вырастает в определенной культурной среде, оказывается детерминированной культурной традицией. В современном обществе она непосредственно или опосредованно присутствует во всех сферах человеческих отношений, оказывает влияние на все формы деятельности, связанные с производством, обменом, распределением и потреблением вещей, активно внедряется и в отношения самих людей.

• **Современная философия науки как изучение общих закономерностей научного познания в его историческом развитии и изменяющемся социокультурном контексте**

По мнению отечественного исследователя Т.Г. Лешкевич в создании образа *философии науки* следует разграничивать два значения этого понятия: 1) как направление западной и отечественной философии, представленное множеством концепций, предлагающих ту или иную модель развития науки, зародившееся во второй половине XIX в.; 2) как дисциплина, возникшая во второй половине XX в. в ответ на потребность осмыслить социокультурные функции науки в условиях научно-технической революции (НТР). Ее предметом являются общие закономерности и тенденции научного познания как особой деятельности по производству научных знаний, взятой в ее историческом развитии и рассматриваемой в изменяющемся социокультурном контексте².

Формирование и развитие философии науки как дисциплины происходило под влиянием: 1) общего социокультурного фона конкретной исторической эпохи; 2) гносеологических, эпистемологических, методологических исследований; 3) теоретических подходов, моделей и концепций, сложившихся в рамках философии науки как направления современной философии.

Круг основных проблем философии науки достаточно широк: критерии научности и отличия научного знания от ненаучного; логика научного исследования; структура научного знания; механизмы порождения нового знания; научная рациональность; закономерности истории науки; взаимодействие науки и культуры; основания науки; ценности науки; этос науки и др. Все они вытекают из центральной проблемы философии науки – *проблемы роста (развития) научного знания*.

² Философия науки в вопросах и ответах. Ростов н/Д, 2006. С. 5.

Historically, the philosophy of science as a branch of the philosophical knowledge was developed on the basis of interpretation of the natural and the logical-mathematical sciences (those in the English tradition referred to as science) leaving aside the reflection of the social and humanitarian sectors (referred to as humanities). This fact must always be borne in mind in the study of the philosophy of science.

- **Approaches to the study of science**

The multilateral nature of science necessitates its comprehensive study. In this regard, there are three approaches.

The logical-epistemological approach focuses on understanding the cognitive aspects of science. In this approach, science is seen as some kind of autonomous entity (the variety of cognitive activity distracted from their carrier). The focus of the epistemologists is on the logic and the methodology of scientific knowledge. Historically, the logical-epistemological approach was the first, and for a long time it was the leading trend in the study of science.

The sociological approach is aimed at the study of science from its carrier – the community of scientists. Its focus is on the internal relations in the scientific community, on the standards of the conduct of scientist, on the value of science as well as the relationship between the scientific community and other social groups and institutions.

The culturological approach explores the science in the broader context of the socio-cultural interactions in order to identify its relationship with more general social and cultural bases of the human activity not abstracting from the real conditions of the activity of the subject of the science but taking into consideration the diversity of the external cultural factors that affect the development of the methods and the forms of the scientific activity.

- **Positivist tradition in the philosophy of science**

The source of growth of the scientific knowledge and the driving forces of the development of the scientific knowledge is the most important question of the philosophy of science. For a long time, the source of the cognitive capabilities of the science was considered a metaphysical (philosophical) knowledge. This idea was the basis of the transcendentalist concepts that emerged in antiquity and was recognized as the undeniable up to the middle of the XIX-th century. Its essence can be expressed by the formula "The philosophy is the science of sciences", which emphasizes the epistemological priority of the philosophy with respect to the science and its fundamental, leading role. However, since the XIX-th century in the scientific community the desire to free oneself from the philosophy matures, and the concept loses its

Исторически сложилось так, что философия науки как отрасль философского знания развивалась на основе осмысления естественных и логикоматематических наук (тех, что в англоязычной традиции обозначают как *science*), оставляя в стороне рефлексию социально-гуманитарных отраслей (обозначаемых как *humanities*). Это обстоятельство всегда надо иметь в виду при изучении философии науки.

• Подходы к исследованию науки

Многосторонний характер науки обуславливает необходимость ее комплексного изучения. В этой связи выделяют три подхода.

Логико-эпистемологический подход направлен на осмысление когнитивных аспектов науки. В рамках этого подхода наука рассматривается в качестве некоей автономной сущности – разновидности познавательной деятельности, отвлеченной от своего носителя. В центре внимания эпистемологов – логика и методология научного познания. Исторически логико-эпистемологический подход был первым и долгое время лидирующим направлением в изучении науки.

Социологический подход нацелен на изучение науки со стороны ее носителя – сообщества ученых. В его фокусе находятся внутренние отношения в научном сообществе, нормы поведения ученого, ценности науки, а также взаимоотношения научного сообщества с другими социальными группами и институтами.

Культурологический подход исследует науку в широком контексте социально-культурных взаимодействий с целью выявления ее связи с более общими социокультурными основаниями человеческой деятельности, не абстрагируясь от реальных условий деятельности субъекта науки, а учитывая все разнообразие внешних культурных факторов, влияющих на развитие способов и форм научной деятельности.

• Позитивистская традиция в философии науки

Источники роста научного знания, движущие силы развития научного познания – важнейший вопрос философии науки. Длительное время источником познавательных возможностей науки считалось метафизическое (философское) знание. Это представление было положено в основу трансценденталистской концепции, возникшей в эпоху античности и признававшейся бесспорной до середины XIX в. Суть ее может быть выражена формулой «Философия – наука наук», которая подчеркивает эпистемологический приоритет философии по отношению

influence. In the 30-s of the XIX-th century, this mentality of the scientists has been theoretically documented and justified in the concept of positivism of A. Comte, G. Spencer, and J. Mill. The essence of the positivist concepts clearly expressed by August Comte: "Science is the philosophy itself". This formula means that the philosophy has executed its historic mission with respect to science. It certainly played a positive role as required in the birth of science in general, and in the emergence of many scientific fields. However, by the XIX-th century, science has found its own solid foundation: it accumulated a large amount of the factual material, and strengthened the methodological and the methodic infrastructure, and created a significant number of its own theoretical constructs. Nowadays, the attitude towards the philosophy radically changed, the problem was seen in avoiding the philosophical way of thinking, its notional speculations in science. It was believed that the metaphysical exploration destroys the precise and empirically testable scientific theories. Moreover, there were appeals to rebuild the philosophy itself so that it corresponds to the canons of the specific scientific and positive knowledge – clear, strict, logical, accurate, and certified.

According to the positivists, the benefits of the close connection of the concrete sciences with the philosophy are questionable, and the damage is obvious. For the specific scientific theories, the only (albeit not absolutely reliable) basis and the criterion of their truth should only be the extent of their compliance with these experiences, the results of systematic observation, measurement, experiment or statistical data.

The history of science shows that the positivist conception largely reflects the real scientific practice of the large number of those that do not know the philosophy deeply, nevertheless, successfully working scientists. However, in general it cannot be considered consistent. Most of the outstanding creators of the new theoretical concepts (A. Einstein, N. Bohr, W. Heisenberg, V. Vernadsky, N. Wiener, I. Prigogine, et al.) intentionally and knowingly use the cognitive potential of the philosophy as the nomination and the justification of their research programs. How can we explain their commitment to the philosophical knowledge?

к науке, ее основополагающую, лидирующую роль. Однако, начиная с XIX столетия в научном сообществе вызревает стремление освободиться от опеки философии, и эта концепция утрачивает свое влияние. В 30-е гг. XIX в. подобное умонастроение ученых было теоретически оформлено и обосновано в концепции позитивизма О. Контом, Г. Спенсером, Дж. Миллем. Сущность позитивистской концепции четко выразил О. Конт: «Наука – сама себе философия». Эта формула означает, что свою историческую миссию философия по отношению к науке исполнила. Она, безусловно, сыграла необходимую положительную роль как в рождении науки в целом, так и в возникновении многих научных отраслей. Однако к XIX в. наука обрела собственный прочный фундамент: накопила большое количество фактического материала, укрепила методологическую и методическую оснащенность, создала значительное число собственных теоретических построений. Теперь отношение к философии кардинальным образом изменилось, задача виделась в том, чтобы не допустить философский стиль мышления, его умозрительные спекуляции в науку. Считалось, что метафизические изыскания разрушают точные и эмпирически проверяемые научные теории. Более того, стали звучать призывы перестроить саму философию таким образом, чтобы она соответствовала канонам конкретно-научного, позитивного знания – ясного, строгого, логичного, точного, достоверного.

Согласно позитивистам, польза от тесной связи конкретных наук с философией сомнительна, а вред – очевиден. Для конкретно-научных теорий единственной, пусть и не абсолютно надежной основой и критерием их истинности должна быть только степень их соответствия данным опыта, результатам систематического наблюдения, измерения, эксперимента или статистическим данным.

История науки показала, что позитивистская концепция, во многом отражает реальную научную практику большого числа не знающих глубоко философию, тем не менее, успешно работающих ученых. Однако, в целом, ее нельзя признать состоятельной. Большинство выдающихся создателей новых теоретических концепций (А.Эйнштейн, Н. Бор, В. Гейзенберг, В. Вернадский, Н. Винер, И. Пригожин и др.) целенаправленно, сознательно используют когнитивный потенциал философии как при выдвижении, так при обосновании своих исследовательских программ. Чем можно объяснить их приверженность философскому знанию?

Firstly, by deep understanding that the scientific theories are not deduced from the empirical experience directly and logically, but are arbitrarily constructed by thinking and are kind of built on top of the experiment material as its theoretically explanatory schemes. Secondly, by understanding that the same experience can, in principle, be compatible with different (often mutually exclusive) theoretical schemes (for example, the wave and the corpuscular theory of light), and this does not give enough reason to make the final choice in favor of a scientific hypothesis. In this situation, it is appropriate to use, as an additional factor influencing the choice of one of the competing theories, its (scientific hypothesis) compliance with the philosophical ideas that have already proven themselves in various fields of science and culture.

For continuous playback of the positivism as a natural state of mind of the scientists, there are serious and objective reasons: according to the figures cited by Lebedev in his study, the structure of the scientific activity of about 97 % are empirical and applied research and development the success of which is directly unrelated to the professional knowledge of the philosophy. The positivism is wrong in the sense that it absolutizes this setting, and tries to apply it to the entire scientific activity. It is safe to assert that the progress in science is impossible without the 3 % of theoretical scientists who create new fundamental lines of the scientific researches; they are the ones who actively use cognitive resources of the philosophy³.

Many positivists were convinced of the possibility of constructing a "good" scientific philosophy the essence of which comes down to the general conclusions of the natural and social sciences and humanities. This idea was developed in the neo-positivism (the 30-s of the XX-th century), a prominent representative of which L. Wittgenstein believed that the main purpose of the philosophy is the logical clarification of thoughts. According to neo-positivists the subject of the philosophy should be the language (especially the language of science) as a way of expressing the knowledge and the work on the analysis of this knowledge and capabilities of its expression in language.

Neo-positivism (logical positivism) was characterized by: a) the absolutization of the formal-logic and language issues; b) hypertrophy of the artificially constructed languages to the detriment of the natural ones; c) concentration of the research efforts on the study of "ready" knowledge excluding its genesis, formation, evolution (antihistoricism); d) by reduction of

³ Introduction to the history and philosophy of science / ed. by Lebedev. M., 2005. P. 120–121.

Во-первых, глубоким пониманием того, что научные теории напрямую, логически не выводятся из эмпирического опыта, а произвольно конструируются мышлением и как бы надстраиваются над опытным материалом в качестве его теоретически объясняющих схем. Во-вторых, осознанием того, что один и тот же опыт может быть, в принципе совместим с разными (часто взаимоисключающими) теоретическими схемами (к примеру, волновая и корпускулярная теория света), а это не дает достаточно оснований для того, чтобы сделать окончательный выбор в пользу той или иной научной гипотезы. В подобной ситуации уместно использовать в качестве дополнительного фактора, влияющего на выбор одной из конкурирующих теорий, ее соответствие тем философским идеям, которые уже себя зарекомендовали в различных областях науки и культуры.

Для постоянного воспроизведения позитивизма в качестве стихийного умонастроения ученых имеются серьезные объективные основания: по данным, которые приводит в своем исследовании С.А. Лебедев, в структуре научной деятельности примерно 97 % занимают эмпирические и прикладные исследования и разработки, успех в которых напрямую никак не связан с профессиональным знанием философии. Позитивизм не прав в том смысле, что абсолютизирует подобную установку и пытается распространить ее на всю научную деятельность. Можно смело утверждать, что прогресс в науке невозможен без тех 3 % ученых-теоретиков, которые создают новые фундаментальные направления научных исследований, именно они активно используют когнитивные ресурсы философии⁴.

Многие позитивисты были убеждены в возможности построения «хорошей», научной философии, суть которой сводится к общим выводам из естественных и социально-гуманитарных наук. Эта идея получила развитие в неопозитивизме (30-е гг. XX в.), видный представитель которого Л. Витгенштейн считал, что основная цель философии – логическое прояснение мыслей. По мнению неопозитивистов, предметом философии должен быть язык (прежде всего язык науки) как способ выражения знания, а также деятельность по анализу этого знания и возможностей его выражения в языке.

Для неопозитивизма (логического позитивизма) были характерны: а) абсолютизация формально-логической и языковой проблематики; б) гипертрофия искусственно сконструированных языков в ущерб естественным;

⁴ Введение в историю и философию науки / под ред. С. Лебедева. М., 2005. С. 120–121.

the philosophy to a formal analysis of the language of science; e) by ignoring the socio-cultural context of the knowledge functioning. Those shortcomings were attempted to overcome by representatives of the post-positivism that emerged in the 60-s of the XX-th century ("late" K. Popper, T. Kuhn, I. Lakatos, P. Feyerabend, S. Toulmin, M. Polanyi, et al.). In the focus of their attention is the problem of the growth and the development of the scientific knowledge.

This problem has three aspects:

1. What is the essence of the dynamics of science? Is it just a gradual evolutionary change (increase in the scope and content of the scientific truths) or is it a development (changes with jumps, revolutions, qualitative differences in views on the same subject)? 2. Is the dynamics of the science cumulative (in general) process or is it anti-cumulative containing permanent abandonment of the earlier views as inadequate, disparate entering into conflict with the new system, and replacing their views? 3. Can one explain the dynamics of the scientific knowledge only by its self-transformation or by a significant influence of the non-scientific (socio-cultural) factors as well?

Karl Popper (1902-1994) considers the knowledge of any form not only as complete, but a changing, evolving system.

With regard to science he bases on the principle of fallibilism according to which the scientific and theoretical knowledge is essentially hypothetical, and is subject to errors; the scientific theories are wrong in principle, no matter how they may be subjected to inspection. Widely used empirical verification procedure as a means of knowledge certificate for the truth suffers from the logical incorrectness: the truth of the investigation which is resulted from the premises does not guarantee the truth of the premises themselves. In this light, the problem of the growth of the knowledge does not assume the distinction between the truth and delusion, but the demarcation between scientific and unscientific knowledge.

To this end, K. Popper proposes the procedure of the falsifiability of the theory an alternative verification: the knowledge that claims to be scientific should at least be refutable in principle. A theory that explains everything cannot be scientific. With its seeming paradoxicality the falsification principle has profound epistemological and logical justification. No less important ethical aspect of the principle of falsification – it does not allow a scientist to remain in a state of euphoria, self-admiration, self-critical, and contributes to the consolidation of its position.

в) концентрация исследовательских усилий на изучении «готового», ставшего знания без учета его генезиса, становления, эволюции (антиисторизм); г) сведение философии к формальному анализу языка науки; б) игнорирование социокультурного контекста функционирования знания. Названные недостатки стремились преодолеть представители постпозитивизма, возникшего в 60-е гг. XX в. («поздний» К. Поппер, Т. Кун, И.Лакатос, П.Фейерабенд, Ст.Тулмин, М.Полани и др.). В центре их внимания проблема роста, развития научного знания.

Эта проблема имеет три аспекта:

1. Что составляет сущность динамики науки? Это просто постепенное эволюционное изменение (увеличение объема и содержания научных истин) или развитие (изменение со скачками, революциями, качественными отличиями во взглядах на один и тот же предмет)? 2. Является ли динамика науки процессом в целом кумулятивным (накопительным) или антикумулятивным, содержащим постоянный отказ от прежних взглядов как неадекватных, несоизмеримых, входящих в противоречие с новыми, сменяющими их воззрениями? 3. Можно ли объяснить динамику научного знания только его самоизменением или также существенным влиянием на него вненаучных (социокультурных) факторов?

Карл Поппер (1902-1994 гг.) рассматривает знание в любой его форме не только как законченную, но изменяющуюся, развивающуюся систему.

Применительно к науке он исходит из принципа фаллибилизма, согласно которому научно-теоретическое знание носит принципиально гипотетический характер, подвержено заблуждениям, научные теории в принципе ошибочны, каким бы проверкам они ни подвергались. Широко применяемая процедура эмпирической верификации в качестве средства удостоверения знания на истинность страдает на самом деле логической некорректностью: истинность следствия, выводимого из посылок, не гарантирует истинности самих посылок. В этом свете проблемы роста знания предполагает не разграничение истины от заблуждения, а проведение демаркации между знанием научным и ненаучным.

С этой целью К. Поппер предлагает в качестве альтернативы верификации процедуру опровержимости (фальсифицируемости) теории: знание, претендующее на научность, должно хотя бы в принципе быть опровержимо. Теория, которая объясняет все, не может быть научной. При своей внешней парадоксальности, принцип фальсификации имеет глубокое

Thus, according to K. Popper, the growth of the scientific knowledge is the nomination of the scientific hypotheses and their subsequent denial; it is the process of troubleshooting, "Darwinian selection", repeated overthrow of the scientific theories and their replacement by better ones.

K. Popper formulates three basic requirements for the growth of knowledge:

1. A new theory must be based on a simple, new, productive, and unifying idea.
2. It should be more productive as a tool for the study of the phenomena that have not yet been observed.
3. A good theory must withstand rigorous testing.

The necessary means for the growth of the science are the language, problem formulation, emergence of the new problematic situations, competing theories, mutual criticism in the process of discussion.

Thomas Kuhn (1922-1995) proposed a model of the historical and scientific process that periodically alternates two basic phases: the period of "normal science" where the paradigm reigns; and the stage of "the scientific revolution" associated with the collapse of the paradigm, with the competition between the alternative paradigms, the victory of one of them and the transition to a new period of "normal science".

Elaborating on the concept of the "paradigm", T. Kuhn introduces the concept of "disciplinary matrix", the most important elements of which are:

1. Symbolic generalizations which are of the purely formal character. These are the laws and definitions of certain terms of the theory expressed in the logical-mathematical formulas
2. Philosophical bases of the paradigm that define the way of vision of the universum. For example, such a well-recognized prescription as "all phenomena exist due to the interaction of atoms".
3. Valuable settings that influence the choice of the research directions.
4. Common examples of the solutions to certain problems.

The "normal science" period is characterized by a state of complete consensus of the scientific community with the dominant paradigm. This stage is of the quiet and evolutionary development of science in the framework of generally accepted notions of the subject and methodological standards. However, the accumulation of the new facts the heuristic, explanatory and prognostic resources of the dominant paradigm start to run out and lead to its crisis. The latter, according to T. Kuhn, is a crisis of the inherent methodological prescriptions. Their bankruptcy stimulates the search for the new prescriptions. The result of this process is a scientific revolution (the complete or partial replacement of the old paradigm by a new paradigm incompatible with the old one).

логическое и эпистемологическое обоснование. Не менее значима этическая сторона принципа фальсификации – он не позволяет ученому пребывать в состоянии эйфории, самолюбования, способствует упрочению его самокритической позиции.

Таким образом, по К. Попперу, рост научного знания заключается в выдвижении научных гипотез с последующим их опровержением, он есть процесс устранения ошибок, «дарвиновский отбор», повторяющееся ниспровержение научных теорий и замена их лучшими теориями.

К. Поппер формулирует три основных требования к росту знания:

1. Новая теория должна исходить из простой, новой, плодотворной, объединяющей идеи. 2. Она должна быть более плодотворна в качестве инструмента исследования тех явлений, которые до сих пор не наблюдались. 3. Хорошая теория должна выдерживать строгие проверки. К необходимым средствам роста науки им относятся: язык, формулировка проблем, появление новых проблемных ситуаций, конкурирующие теории, взаимная критика в процессе дискуссии.

Томас Кун (1922-1995 гг.) предложил модель историко-научного процесса, периодически чередующего в себе два основных этапа: период «нормальной науки», где безраздельно господствует парадигма, и этап «научной революции», связанный с распадом парадигмы, конкуренцией между альтернативными парадигмами, победой одной из них и переходом к новому периоду «нормальной науки».

Конкретизируя понятие «парадигма», Кун вводит понятие «дисциплинарная матрица», важнейшими элементами которой являются: 1. Символические обобщения, которые имеют чисто формальный характер. Это законы и определения некоторых терминов теории, выраженные в логико-математических формулах 2. Философские основания парадигмы, задающие способ видения универсума. Например, такое общепризнанное предписание, как «все явления существуют благодаря взаимодействию атомов» 3. Ценностные установки, влияющие на выбор направления исследования. 4. Общепринятые образцы решения определенных проблем.

Период «нормальной науки» характеризуется состоянием полного согласия научного сообщества с господствующей парадигмой. Это стадия спокойного, эволюционного развития науки в рамках общепринятых предметных представлений и методологических норм. Однако по мере накопления новых фактов эвристические, объяснительные и прогностические ресурсы господствующей парадигмы начинают истощаться и приводят к ее кризису. Последний, по Куну, есть кризис присущих ей «методологических

During a scientific revolution a process such as the change of the "conceptual grid" through which scientists viewed the world takes place. Changing the "grid" makes it necessary to change the rules and the methodological requirements. Scientists discover that the rules are no longer suitable, and begin to select another system of rules that can replace the previous, and shall be based on the new "conceptual grid". For these purposes, scientists tend to turn to the philosophy with the purpose of discussing the fundamental provisions which was not typical for the period of "normal science." At the same time the abolition of the old methodological rules should not be their "bare denial", but instead "withdrawal" with maintaining a positive.

The merit of T. Kuhn is that in the concept of paradigm he expressed an idea of a premised knowledge showing that the formation and development of the knowledge is carried out in a space of prerequisites, in some environment that generates them (prerequisites). Equally important is his idea of an evolutionary-revolutionary character of the scientific development that meets the universal dialectical law of the quantitative (qualitative transformations). At the same time, however, the philosopher was unable to clearly point out the patterns that cause periodic revolutions in science.

The basic term of the concept of science of **Imre Lakatos** (1922-1974) is "the research program" which is a basic unit of the development and evaluation of the scientific knowledge. I. Lakatos presents science as a battle-field for the research programs. The "research program" refers to the series of successive theories united by a set of the fundamental ideas and methodological principles. Any scientific theory should be evaluated together with its auxiliary hypotheses, initial conditions and in line with previous theories (series of theories). The "research program" structure includes: a) "hard core" (a complete system of the fundamental first principles continued in all theories of this program); b) "protective zone" consisting of auxiliary hypotheses and ensuring the safety of the "hard core" from the denials; it may undergo modifications, and be partially or completely replaced by a collision with counterexamples; c) the regulatory, methodological rules-regulatives prescribing what ways are the most promising for further study ("positive heuristics"), and what ways to avoid ("negative heuristics").

предписаний». Их банкротство стимулирует поиск новых предписаний. Результатом этого процесса является научная революция – полное или частичное вытеснение старой парадигмы несовместимой с ней новой парадигмой.

В ходе научной революции происходит такой процесс, как смена «понятийной сетки», через которую ученые рассматривали мир. Смена «сетки» вызывает необходимость изменения методологических правил предписаний. Ученые обнаруживают, что правила больше не пригодны, и начинают подбирать другую систему правил, которая может заменить предшествующую и будет основана на новой «понятийной сетке». В этих целях ученые, как правило, обращаются за помощью к философии с целью обсуждению фундаментальных положений, что не было характерно для периода «нормальной науки». При этом упразднение прежних методологических правил не должно быть их «голым отрицанием», а «снятием», с сохранением положительного.

Заслуга Т. Куна состоит в том, что в понятии парадигмы он выразил идею предпосылочности знания, показав, что формирование и развитие знаний осуществляется в некотором пространстве предпосылок, в некоторой порождающей их среде. Не менее важна его идея эволюционно-революционного характера развития науки, отвечающая универсальному диалектическому закону количественно-качественных превращений. При этом, однако, философ не смог внятно указать на закономерности, вызывающие периодические революции в науке.

Основное понятие концепции науки **Имре Лакатоса** (1922-1974 гг.) – «научно-исследовательская программа» (НИП), которая является основной единицей развития и оценки научного знания. Науку И.Лакатос представляет как поле борьбы исследовательских программ. Под НИП понимается серия сменяющих друг друга теорий, объединяемых совокупностью фундаментальных идей и методологических принципов. Любая научная теория должна оцениваться вместе со своими вспомогательными гипотезами, начальными условиями и в ряду с предшествующими ей теориями (сериями теорий). Структура НИП включает: а) «жесткое ядро» – целостную систему фундаментальных первопринципов, сохраняющуюся во всех теориях данной программы; б) «защитный пояс», состоящий из вспомогательных гипотез и обеспечивающий сохранность «жесткого ядра» от опровержений; он может претерпевать модификации, быть частично или полностью заменен при столкновении с контрпримерами; в) нормативные, методологические правила-регулятивы,

The main stages in the development of the "research program" are the progress and the regress, the border of these stages is the "saturation point". The growth of a mature science is in changing the "research program" (the scientific revolution), the new program should explain what the old one couldn't.

I. Lakatos' particular attention is drawn to the fact that some of the greatest "research programs" "progressed on the basis of contradictory". Detection of inconsistencies in the "research program" does not mean that the development of the program should be immediately suspended; the reasonable conclusion might be in arranging "temporary quarantine" for this contradiction with the hypotheses for this case, and to trust the positive heuristic of the program.

The contradiction identified in the knowledge needs to have a "temporary quarantine" to reveal the nature of this contradiction without the rush: whether it is logical (inconsistency, incoherence of thought) or dialectical that expresses the real-life conflict. To this end, I. Lakatos refers to N. Bohr who in his new quantum theory found "flagrant contradiction" of his program with the J. Maxwell – H. Lorentz program. N. Bohr's genius was that the principle of subsidiarity formulated by him in the quantum theory brought the controversy to the status of the fundamental and authentic characteristics of the nature. Namely, the electron behaves like a particle and like a wave. Bohr's efforts were aimed at retaining both visual representations (corpuscular and wave) with the same right to exist showing that although these ideas are mutually exclusive they (together only) make it possible to complete the description of the processes in the atom.

Paul Feyerabend (1924-1984), in his concept, proceeded from the fact that in society there are different ideological trends that have emerged in the process of historical evolution, one of which is science. The latter is not the only possible way to solve the cognitive problems and cannot replace the other trends: religion, myth, different irrational approaches, magic, witchcraft, etc.

предписывающие, какие пути наиболее перспективны для дальнейшего исследования («положительная эвристика»), а каких путей следует избегать («негативная эвристика»).

Основными этапами в развитии НИП является прогресс и регресс, граница этих стадий – «пункт насыщения». Рост зрелой науки заключается в смене НИП (научная революция), при этом новая программа должна объяснить то, что не могла старая.

Особое внимание И. Лакатос обращает на то, что некоторые величайшие НИП «прогрессировали на противоречивой основе». Обнаружение противоречия в НИП не означает, то развитие программы должно быть немедленно приостановлено; разумный вывод может быть в том, чтобы устроить для данного противоречия «временный карантин» при помощи гипотез для данного случая и довериться положительной эвристике программы.

Выявленному в знаниях противоречию нужно устроить «временный карантин» для того, чтобы без спешки выявить природу данного противоречия: логическое оно (противоречивость, непоследовательность мышления) или диалектическое, то есть выражающее реально существующее противоречие. В этой связи И.Лакатос ссылается на Н. Бора, который в своей новой квантовой теории обнаружил «вопиющие противоречия» своей программы с программой Д. Максвелла – Х. Лоренца. Гениальность Н. Бора состояла в том, что сформулированный им в квантовой теории принцип дополнительности возвел противоречие в статус фундаментальной и достоверной характеристики природы. А именно: электрон ведет себя и подобно частице, и подобно волне. Усилия Н.Бора были направлены на то, чтобы сохранить за обоими наглядными представлениями, корпускулярным и волновым, одинаковое право на существование, показывая что, хотя эти представления взаимно исключают друг друга, они лишь вместе делают возможным полное описание процессов в атоме.

Пол Фейерабенд (1924-1984 гг.) в своей концепции исходил из того, что в обществе существуют различные идеологические течения, сформировавшиеся в процессе исторической эволюции, одним из которых является наука. Последняя не является единственно возможным способом решения познавательных проблем и не может заменить другие течения: религию, миф, различные иррациональные подходы, магию, колдовство и т. д.

Stressing the inadmissibility of the science (and its methods) absolutisation, P. Feyerabend believes that "the science has no more authority than any other form of life". He sharply criticizes the so-called "scientific chauvinism" according to which all that is incompatible with science and its results should be eliminated. The philosopher believes that the absolutisation of the purely rationalistic way of science is an obstacle to its development. At the same time the "fuzziness", "chaos", and "deviations and errors" of the irrational nature are prerequisites for the scientific progress.

Criticizing neo-positivism for defending the thesis of deduction and / or compatibility of the scientific theories, P. Feyerabend opposes his own principles of the proliferation (reproduction) of the scientific theories and counterinduction. According to the first, science is presented as the process of reproduction of theories and allows for the coexistence of a plurality of equal types of knowledge. P. Feyerabend denies the presence of the universal method of cognition. The second principle is the requirement to introduce and develop hypotheses that are inconsistent with widely accepted theories or well-founded facts. This principle being elevated to the rank methodological maximum has created the so-called theory of "epistemological anarchism". A scientist should not have to follow any rules, but instead to explore the facts and the events itself without succumbing to the pressure of any ideas and theories and showing tolerance for other points of view.

P. Feyerabend first time in the modern philosophy of science pays considerable attention to the interaction of the scientific knowledge and the non-scientific factors. He emphasizes that the science base lies not only in the sphere of knowledge, but also in culture in general. The nature of the theories put forward is determined not only by an empirical basis but also by a number of subjective factors: traditions of the society in which a scientist was born and bred, his tastes, aesthetic views, etc. The apparent success of the theory can in no way be seen as a sign of truth and conformity with the nature. It may be determined by the theory of transformation in the course of its evolution into a rigid ideology which is successful because the facts have been chosen so that they could not be verified, and some of them (included in contradiction with the theory) eliminated altogether.

Feyerabend's "Epistemological anarchism" in some sense can be interpreted as the "tyranny of ideas" or irrationalism.

Подчеркивая недопустимость абсолютизации науки и ее методов, П. Фейерабенд считает, что «наука обладает не большим авторитетом, чем любая другая форма жизни». Он подвергает резкой критике так называемый «научный шовинизм», согласно которому все, что несовместимо с наукой и ее результатами должно быть устранено. Философ полагает, что абсолютизация чисто рационалистического образа науки служит препятствием для ее развития. В то же время «расплывчатость», «хаотичность», «отклонения и ошибки» внеразумного, иррационального характера являются предпосылками научного прогресса.

Критикуя неопозитивизм за отстаивание тезиса о дедуцируемости и/или совместимости научных теорий, П. Фейерабенд противопоставляет ему собственные принципы *пролиферации* (размножения) научных теорий и контриндукции. Согласно первому наука предстает как процесс размножения теорий и допускает сосуществование множества равноправных типов знания. Наличие универсального метода познания Фейерабендом отрицается. Второй принцип заключается в требовании вводить и разрабатывать гипотезы, которые несовместимы с широко признанными теориями или широко обоснованными фактами. Этот принцип, будучи возведенным П. Фейерабендом в ранг методологической максимы, породил так называемую теорию «эпистемологического анархизма». Ученый не должен следовать каким-либо нормам, а исследовать факты и события сам, не поддаваясь давлению каких-либо идей и теорий, но проявляя терпимость к другим точкам зрения.

П. Фейерабенд впервые в современной философии науки уделяет значительное внимание взаимодействию научного познания и вненаучных факторов. Он подчеркивает, что основания науки лежат не только в сфере самого знания, но и в культуре вообще. Характер выдвигаемых теорий определяется не только эмпирическим базисом, но также целым рядом субъективных факторов: традициями того общества, в котором родился и вырос ученый, его вкусами, эстетическими взглядами и т. д. Видимый успех теории никоим образом нельзя рассматривать как признак истинности и соответствия с природой. Он может быть обусловлен трансформацией теории в ходе своей эволюции в жесткую идеологию, успешную потому, что факты были подобраны так, чтобы их было невозможно проверить, а некоторые (входящие в противоречие с теорией) – вообще устранены.

«Эпистемологический анархизм» П. Фейерабенда в определенном смысле можно толковать как «произвол идей», иррационализм.

Indeed, the philosopher has paid insufficient attention to the justification of the continuity of knowledge of factors leading to the current reality in the sustainability of the development of science.

However, it is necessary to recognize the merit of giving up archaizing ideals of the classical science, the proclamation of the principles of pluralism, tolerance, the right of every scientist in the creative search.

Michael Polanyi(1891-1976) in his "tacit knowledge" concept sees as the essential characteristics of science its cultural and historical background forming not only the appearance of science as a social institution but also the criteria of scientific rationality itself.

Refusing neo-positivist opposition of the subject and the object of the knowledge, M. Polanyi insists that human nature is not an abstract insight into things themselves, but the correlation with the reality of the human world. Therefore, the basis of a scientific progress is the penetration of personal scientific research into the essence of the problem. Scientific hypotheses cannot be derived directly from the observation, and scientific concepts cannot be derived from the experiments; it is impossible to build the logic of scientific discovery as a formal system.

The basis of the "tacit knowledge" concept is the thesis of the existence of two types of knowledge: the central (explicit) and peripheral (hidden, implicit). The latter is not just non-formalized excess of information, but is an essential foundation of the logical forms of knowledge. Any term, according to M. Polanyi, is loaded with implicit knowledge, and the adequate understanding of its meaning is possible only in a theoretical context of use.

Implicit knowledge forms a non-verbalized background of the scientist work. These include the traditions and value orientations. M. Polanyi distinguishes two types of tacit knowledge and implicit traditions. The first are related to the reproduction of the immediate samples of an activity and are transferred by their demonstration (social relays), such a process is impossible without personal contacts; the second suggest a text as a facilitator, and for those the contacts are optional. In the basis of the implicit traditions there may be both action samples and samples of products activities. So, the abstraction, generalization, formalization, classification, and the axiomatic methods do not exist in the form of a fixed sequence of operations.

Действительно, философ уделил недостаточно внимания обоснованию преемственности знания, факторам, приводящим к существующей в реальности устойчивости развития науки. Вместе с тем необходимо признать его заслугой отказ от архаизирующихся идеалов классической науки, провозглашение принципов плюрализма, толерантности, права каждого ученого на творческий поиск.

Майкл Полани (1891-1976 гг.) в своей концепции «неявного знания» рассматривает в качестве сущностных характеристик науки ее культурно-исторические предпосылки, формирующие не только облик науки как общественного института, но и сами критерии научной рациональности.

Отказываясь от неопозитивистского противопоставления объекта и субъекта познания, М. Полани настаивает на том, что человеку свойственно не абстрактное проникновение в суть вещей самих по себе, но соотнесение реальности с человеческим миром. Поэтому основу научного прогресса составляет личностное проникновение ученого в суть исследовательской задачи. Научные гипотезы не могут быть выведены непосредственно из наблюдения, а научные понятия – из экспериментов; невозможно построить логику научного открытия как формальную систему.

Основу концепции «неявного знания» составляет тезис о существовании двух типов знания: центрального (явного) и периферического (скрытого, неявного). Последнее представляет собой не просто неформализуемый избыток информации, а является необходимым основанием логических форм знания. Любой термин, по М. Полани, нагружен неявным знанием, и адекватное понимание его смысла возможно лишь в теоретическом контексте употребления.

Неявное знание образует невербализуемые предпосылки творчества ученого. К ним можно отнести традиции и ценностные ориентации. М. Полани выделяет два типа неявного знания и неявных традиций. Первые связаны с воспроизведением непосредственных образцов деятельности и передаются путем их демонстрации (социальных эстафет), подобный процесс невозможен без личных контактов; вторые предполагают текст в качестве посредника, для них подобные контакты необязательны. В основе неявных традиций могут лежать как образцы действий, так и образцы продуктов деятельности. Так, абстракция, обобщение, формализация, классификация, аксиоматический метод не существуют в виде установленной последовательности операций.

The Polanyi's theory of personal knowledge is related to the concept of tacit knowledge. He points out that the knowledge extracted by specific individuals, the process of cognition is fundamentally non-formalized; the quality of knowledge depends on a personality of the scientist. The main point in determining the acceptance by the researchers of a scientific theory, according to M. Polanyi, is not a degree of a critical study and conscious correlation with the accepted scientific standards, but only the degree of personal "empathy" in this theory credibility.

The category of the faith is a central to M. Polanyi in understanding the knowledge and expertise. The involvement of a person in science he regarded as an act of a personal conversion, entering into it by analogy with the reference to religious belief.

Polanyi's theory disadvantage can be the fact that from the right thesis of the impossibility of complete algorithmization and formalization of the knowledge he makes a very controversial conclusion about the little use of the methodological research in general. Polanyi's works largely determined the further evolution of the post-positivist philosophy. So, he was the first to formulate a number of core ideas in this direction: incompatibility of the different conceptual systems, variability of standards of the scientific rationality, presentation of anomalies of the scientific development.

- **Internalism and externalism**

These are the two alternative and mutually exclusive positions in the philosophy of science that suggest the opposite solution to the question about the motive forces of the development of science.

According to *the internalism*, the main driving force for the development of science is made up of the immanent internal goals, the means and the laws; the scientific knowledge must be regarded as a self-developing system the content of which is not dependent on the socio-cultural conditions of its existence. The various subsystems of the society (economics, politics, philosophy, religion, art, etc.) are not the factors that determine the development of science. The internalism matured in the 30-s of the XX-th century, its most prominent representatives are A. Koyré, R. Hall, P. Rossi, G. Gerlach, and the post-positivists K. Popper and I. Lakatos.

The internalism exists in two basic versions (the empiricist and the rationalist). According to the first, the source of growth in the content of the scientific knowledge is the discovery of the new facts. The theory is a secondary formation which is formed as a result of the systematization and generalization of the facts.

С концепцией неявного знания связана теория личностного знания М. Полани. Он указывает, что знания добываются конкретными личностями, процесс познания принципиально неформализуем, качество знаний зависит от индивидуальности конкретного ученого. Главным моментом, определяющим принятие ученым той или иной научной теории, по М. Полани, является не степень ее критического обоснования, сознательного соотнесения с принятыми в науке нормативами, а исключительно степень личностного «вживания» в эту теорию, доверия к ней.

Категория веры является для М. Полани центральной в понимании познания и знания. Само приобщение человека к науке он рассматривает как акт некоего личного обращения, вхождения в нее, по аналогии с обращением в религиозную веру.

Недостатком теории М. Полани можно считать то, что из правильного тезиса о невозможности полной алгоритмизации и формализации познания он делает весьма спорный вывод о малой пользе методологических исследований вообще. Работы М. Полани во многом определили дальнейшую эволюцию постпозитивистской философии. Так, им впервые сформулированы ряд стержневых идей этого направления: несоизмеримость различных концептуальных систем, изменчивость норм научной рациональности, представления об аномалиях научного развития.

• Интернализм и экстернализм

Так именуются две альтернативные, взаимоисключающие позиции в философии науки, предлагающие противоположные решения вопроса о движущих силах развития науки.

Согласно *интернализму*, главную движущую силу развития науки составляют имманентно присущие ей внутренние цели, средства и закономерности; научное знание должно рассматриваться как саморазвивающаяся система, содержание которой не зависит от социокультурных условий ее бытия. Различные подсистемы социума – экономика, политика, философия, религия, искусство и пр. не являются факторами, детерминирующими развитие науки. Интернализм оформился в 30-е гг. XX в., его наиболее видные представители – А. Койре, Р. Холл, П. Росси, Г. Герлак, а также постпозитивисты К. Поппер и И. Лакатос.

Интернализм существует в двух основных версиях – эмпиристской и рационалистской. Согласно первой, источником роста содержания научного знания является обнаружение (установление, открытие) новых фактов. При этом теория является вторичным образованием, которое формируется в результате систематизации и обобщения фактов.

The representatives of the rationalist version believe that the basis of the dynamics of scientific knowledge is based on the theoretical changes that are made possible as a result of either the cognitive creative process or the recombination of existing ideas: the inessential ideas and the ones that are located at the periphery of the research space become significant, and vice versa. The scientific empirical observations and the discovery of the new facts are treated as just one of the outer secondary factors that trigger the mechanisms of creation and recombination of the base aprioristic ideas.

The positive features of internalism are in articulation (often excessive) of the qualitative specificity of the scientific knowledge in comparison with extra-scientific forms of the cognitive activity, the continuity in the development of the scientific knowledge, the scientific knowledge focus on the detection of the objective truth. The negative sides are clear underestimation (often disregard) of the social, historical and subjective nature of the scientific knowledge.

The externalists proceed from the belief that the main source of innovation in the science that determines the direction, the pace of its development, the contents is the social needs and the cultural resources of the society, not the new experimental data or the internal logic of the development of the scientific knowledge. In the scientific cognition, the cognitive interest and the cognitive scientist's intentions are not of the primary importance, they are eventually always focused on some practical interest, the need to address the set of technical, technological, economic, political, social and humanitarian problems. The peak of the research in line with the externalist program falls on 1930-s (B. Hessen, J. Bernal, E. Zilsel, D. Nidam, et al.) and 1970-s (T. Kuhn, P. Feyerabend, M. Mulkay, M. Polanyi, et al.).

Being united in recognizing the significant impact of the society and its needs in the development of science, the externalists differ in assessing the degree of the influence of various social factors on this development: the economic, technical and technological needs of the community; the type of social organization; the prevailing cultural dominant; the actual spiritual potential of the society, etc.

Another significant point of divergence among the externalists is the question "how great the influence of the social factors on science is": either they just determine the direction and pace of the development of science (in this case, one should talk about the reaction of science for a certain social order) or this influence also extends to the method of science and its cognitive results.

Представители рационалистической версии считают, что в основе динамики научного знания лежат теоретические изменения, которые становятся возможными в результате либо когнитивного творческого процесса, либо перекомбинации уже имеющихся идей: несущественные, находящиеся на периферии исследовательского пространства идеи, становятся существенными и наоборот. Научные эмпирические наблюдения, нахождение новых фактов трактуются при этом лишь как один из внешних, второстепенных факторов, запускающих механизмы творчества и перекомбинации априорных базисных идей.

Положительные черты интернализма заключаются в артикуляции (нередко чрезмерной) качественной специфики научного знания по сравнению с вненаучными видами познавательной деятельности, преобладания в развитии научного знания, направленности научного познания на обнаружение объективной истины. Отрицательные стороны – явная недооценка (зачастую игнорирование) социальной, исторической и субъективной природы научного знания.

Экстерналисты исходят из убеждения, что основным источником инноваций в науке, определяющим направление, темпы ее развития, содержание, являются социальные потребности и культурные ресурсы общества, а не сами по себе новые опытные данные или внутренняя логика развития научного знания. В научном познании познавательный интерес, когнитивные интенции ученого не имеют первостепенного значения, они, в конечном счете, всегда ориентированы на определенный практический интерес, на необходимость решения множества технических, технологических, экономических, политических, социально-гуманитарных проблем. Пик исследований в русле экстерналистской программы приходится на 1930-е гг. (Б. Гессен, Дж. Бернал, Э. Цильзель, Д. Нидам и др.) и на 1970-е гг. (Т. Кун, П. Фейерабенд, М. Малкей, М. Полани и др.).

Будучи едиными в признании существенного влияния общества и его потребностей на развитие науки, экстерналисты расходятся в оценке степени влияния различных социальных факторов на это развитие: экономических, технических и технологических потребностей общества; типа социальной организации; господствующей культурной доминанты; наличного духовного потенциала общества и т. д.

Другим существенным пунктом расхождения среди экстерналистов является вопрос о том, насколько велико влияние социальных факторов на науку: либо они только определяют направление и темпы развития науки (в этом случае следует говорить о реакции науки на определенный социальный

Up until the 1970-s, the majority of the externalism representatives have an affirmative answer only to the first part of the question considering that the content of science is completely determined by the content of its object; the method that it (science) has is invariant with respect to a variety of social conditions, and it does not depend on the subjects that apply that method. An exception was made for the social sciences and humanities where a significant impact on the research and development process by the social interests, scientists' goals and their value system was recognized.

The development of the methodology, sociology and history of science in the second half of the XX-th century led to the collapse of the idea of invariance, universality and objectivity of the scientific method and the scientific ethos. The works of T. Kuhn, P. Feyerabend, M. Mulkey, L. Laudan show the paradigmatic, particularity, value mediation, historicity, constructability of the process of the scientific knowledge. These researchers believe that only by taking into account these characteristics of the science one can adequately explain the qualitative leaps in the development of scientific knowledge, the behavior of scientists in scientific revolutions, the competition of the scientific hypotheses and programs, the fight for the priorities in science. The weaknesses of the externalism should include the underestimation by its representatives of the relative autonomy and independence of science in relation to the socio-cultural environment, the risk of slipping on the position of absolute relativism and subjectivism.

Avoiding extremes of the internalism and the externalism, it should be recognized that the development of science can be adequately represented only in the contradictory unity of these two discourses.

Key terms

Internalism is a stream in the philosophy of science whose representatives believe that the scientific knowledge should be seen as a self-developing system the content of which is not dependent on the socio-cultural conditions of its existence, and on the degree of development of the society.

Paradigm is a conceptual scheme which for some time is recognized by the scientific community as the basis of its practical activity.

Verification principle is a logical and methodological procedure for establishing the truth of a scientific hypothesis on the basis of its compliance with the empirical data.

заказ), либо это влияние также распространяется на методы науки и ее когнитивные результаты.

Вплоть до 1970-х гг. большинство представителей экстернализма утвердительно отвечало только на первую часть этого вопроса, считая, что содержание науки полностью детерминировано содержанием ее объекта; метод, которым она располагает, инвариантен по отношению к различным социальным условиям, и он никак не зависит от применяющих его субъектов. Исключение делалось для социально-гуманитарных наук, где признавалось серьезное влияние на научно-исследовательский процесс социальных интересов, целей ученых и исповедуемой ими системы ценностей.

Развитие методологии, социологии и истории науки во второй половине XX века привело к крушению представления об инвариантности, всеобщности и объективности научного метода и научного этоса. В работах Т. Куна, П. Фейерабенда, М. Малкея, Л. Лаудана показаны парадигмальность, партикулярность, ценностная опосредованность, историчность, конструктивность процесса научного познания. Эти исследователи считают, что, только принимая в учет названные характеристики науки, можно адекватно объяснить качественные скачки в развитии научного знания, поведение ученых во время научных революций, конкуренцию научных гипотез и программ, борьбу за приоритеты в науке. К слабым сторонам экстернализма следует отнести недооценку его представителями относительной самостоятельности и независимости науки по отношению к социально-культурной среде, опасность скатывания на позиции абсолютного релятивизма и субъективизма.

Избегая крайностей интернализма и экстернализма, следует признать, что развитие науки может быть адекватно представлено лишь в противоречивом единстве обоих этих дискурсов.

Основные понятия

Интернализм – течение в философии науки, представители которого считают, что научное знание должно рассматриваться как саморазвивающаяся система, содержание которой не зависит от социокультурных условий ее бытия, от степени развитости социума.

The subject and the basic concepts of the modern philosophy of science

Principle of complementarity is a, formulated by N. Bohr, requirement in quantum theory to explain the essence of a microscopic object by the complementarity of its mutually exclusive characteristics.

Principle of falsification is a totality of techniques that prove the falsity of a theory based on the establishment (in experiment) of the falsity of the logical consequences arising from it.

Fallibilism is a principle according to which the scientific and theoretical knowledge is essentially speculative, and is subject to errors; the scientific theories are wrong in principle, no matter what inspection they pass.

Externalism is a stream in the philosophy of science whose representatives proceed from the belief that the main source of innovation in the science that determines the direction, the pace of its development, the contents is the social needs and cultural resources of society.

Questions:

? What is science?

? What are the main directions of research of science?

? What does the slogan "Science is the philosophy itself" mean and what philosophical movement it is belonged to?

? Please, tell about the problem of growth of scientific knowledge in the concepts of various philosophers.

Парадигма – концептуальная схема, которая в течение определенного времени признается научным сообществом в качестве основы его практической деятельности.

Принцип верификации – логико-методологическая процедура установления истинности научной гипотезы на основе ее соответствия эмпирическим данным.

Принцип дополнительности – сформулированное Н.Бором в квантовой теории требование объяснять сущность микрообъекта посредством взаимодополнения его взаимоисключающих характеристик.

Принцип фальсификации – совокупность приемов доказательства ложности теории на основе установления в опыте ложности вытекающих из нее логических следствий.

Фаллибилизм – принцип, согласно которому научно-теоретическое знание носит принципиально гипотетический характер, подвержено заблуждениям, научные теории в принципе ошибочны, какие бы проверки они не проходили.

Экстернализм – течение в философии науки, представители которого исходят из убеждения, что основным источником инноваций в науке, определяющим направление, темпы ее развития, содержание, являются социальные потребности и культурные ресурсы общества.

Контрольные вопросы:

- ? Что такое наука?
- ? Назовите основные направления исследования науки.
- ? Что означает лозунг: «Наука – сама себе философия» и какому философскому течению он принадлежит?
- ? Проблема роста научного знания в концепциях разных философов.

Topic 2. Science in culture of a modern civilization

1. Traditional and technogenic types of civilization development and their values
2. Scientific rationality. Features of scientific knowledge
3. Science in comparison with philosophy, religion, art, everyday knowledge
4. Science as a world view. Science as productive and social force

• **Traditional and technogenic types of civilization development and their values**

Traditional societies were historically the first type of civilization development. Existence of steady conservative mechanisms by means of which the social relations and a way of life are reproduced is characteristic of such societies.

Certainly, traditional societies undergo changes, but progress is very slow in comparison with terms of life of an individual or generation.

The culture of traditional societies is based on the priority of traditions, patterns, rules in which experience of ancestors is accumulated. The representative of oriental (traditional) society has canonized style of thinking. He trusts behavioral stereotypes which are tested by centuries-old practice. The person in such a society can realize herself only through belonging to collective. It is an element in a system of strict corporate relations. If the person is not included in any corporation, he has difficulty with personal fulfillment.

Innovation, creative activity, social changes have no a prestigious value in these societies. Striving forward is not the true value. The real value is loyalty to tradition.

Examples of traditional societies are Ancient India, Ancient China, Ancient Egypt, the States of the Muslim East in the middle Ages.

This type of social organization survived basically in our day. Features of traditional society are inherent in many states of the Third world. Their interaction with Western (technogenic) civilization inevitably leads to radical transformation of traditional culture.

Western civilization is a special type of social development that is the result of mutations of traditional cultures in the European region. This society type is called as a technogenic civilization. It is characterized by the highest rates of social changes.

Тема 2. Наука в культуре современной цивилизации

1. Традиционный и техногенный типы цивилизационного развития и их ценности
2. Научная рациональность. Особенности научного познания
3. Наука в сравнении с философией, религией, искусством, обыденным знанием
4. Наука как мировоззрение. Наука как производительная и социальная сила

• Традиционный и техногенный типы цивилизационного развития и их ценности

Традиционные общества были исторически первым типом цивилизационного развития. Для таких обществ характерно наличие устойчивых консервативных механизмов, посредством которых воспроизводятся социальные отношения и образ жизни.

Безусловно, традиционные общества претерпевают изменения, но прогресс идет очень медленно по сравнению со сроками жизни отдельного человека или поколения.

Культура традиционных обществ основана на приоритете традиций, образцов, норм, в которых аккумулирован опыт предков. Представитель восточного (традиционного) общества имеет канонизированный стиль мышления. Он доверяет поведенческим стереотипам, которые проверены многовековой практикой.

Личность в таком обществе может реализовать себя только через принадлежность к коллективу. Она является элементом в системе жестких корпоративных связей. Если человек не включен в какую-нибудь корпорацию, то он испытывает трудности с личностной самореализацией.

Инновации, творческая деятельность, социальные изменения не имеют престижной ценности в этих обществах. Стремление вперед не является истинной ценностью. Истинная ценность – это верность традициям.

Примерами традиционного общества являются Древняя Индия, Древний Китай, Древний Египет, государства мусульманского востока эпохи Средневековья. Этот тип социальной организации сохранился в основе своей в наши дни. Черты традиционного общества присущи многим государствам «третьего мира». Их взаимодействие с западной (техногенной)

Reorganization of the bases of an old way of life and creation of new opportunities are ways of development for this society. Autonomy of the individual is at the top of the hierarchy of values of the Western society. For traditional society this feature is generally not typical.

A human of a technogenic civilization can and has to change periodically the social communications, flexibly build the relations with people; it is easy to join in different social communities and cultural traditions.

As a rule, position of the individual in the Western society depends on own abilities and merits. This civilization is characterized by the free social structure and the high social mobility of individuals. The ancient Polis culture is the forerunner of the Western civilization. Important preconditions of the Western civilization are political democracy in the sphere of regulation of social relations and theoretical thinking as a way of understanding the world.

In the Renaissance there was a recovery of many achievements of ancient tradition and was laid the cultural foundation of a technogenic civilization.

Technological civilization begins its development in the XVII-th century and passes through three stages: pre-industrial, industrial, postindustrial. Its development basis is the progress in science, engineering, technology.

The person of the Western civilization constantly changes the environment, transforms the nature to a cure of their social problems. In the Western civilization person is an active creature. Its activities are directed outside, to transformation and alteration of the nature. The nature becomes the arena for self-realization of the person. It is considered that the main purpose of the person is the transformative activity in the nature and society.

Traditionalist perception of the world and a human was essentially another.

People of Eastern culture believed that nature is a living organism and the person is a small part of this organism. The person should be built in the nature, without having broken the natural course of processes. He can't be the lord of the nature. Its activity is directed inside, to self-restriction and self-education.

Thus, the ideal of a technogenic civilization – creative activities, the ideal of traditional society is idea of a non-violence ("ahimsa" – the Indian tradition), the principle of not act (Ancient Chinese culture). Technogenic civilization unambiguously gives a priority to scientific knowledge and rationality.

цивилизацией неизбежно приводит к радикальным трансформациям традиционной культуры.

Западная цивилизация – особый тип социального развития, который является результатом мутаций традиционных культур в европейском регионе. Этот тип общества обозначают как техногенную цивилизацию. Для нее характерны высочайшие темпы социальных изменений. Перестройка оснований старого образа жизни и создание новых возможностей являются способами развития для этого общества. Автономия личности находится на вершине иерархии ценностей западного общества. Для традиционного общества эта черта вообще не свойственна.

Человек техногенной цивилизации может и должен периодически менять свои социальные связи, гибко строить свои отношения с людьми, легко включаться в разные социальные общности и культурные традиции.

Как правило, положение личности в западном обществе зависит от собственных умений и заслуг.

Для этой цивилизации свойственна свободная социальная структура и высокая социальная мобильность индивидов.

Античная полисная культура является предтечей западной цивилизации. Важными предпосылками западной цивилизации являются политическая демократия в сфере регуляции социальных отношений и теоретическое мышление как способ познания мира.

В эпоху Возрождения произошло восстановление многих достижений античной традиции, и была заложена культурная основа техногенной цивилизации.

Техногенная цивилизация начинает свое развитие в XVII веке и проходит три стадии: преиндустриальная, индустриальная, постиндустриальная. Основой ее развития является прогресс науки, техники, технологии.

Человек западной цивилизации, постоянно меняет окружающую среду, преобразует природу в средство решения социальных проблем. В западной цивилизации человек является активным, деятельным существом. Его деятельность направлена вовне, на преобразование и переделку природы. Природа становится ареной для самореализации человека. Считается, что главное предназначение человека – это преобразующая деятельность в природе и социуме.

Традиционалистское восприятие мира и человека было принципиально другим. Человек восточной культуры считал, что природа – это живой организм, а человек – малая часть этого организма. Человек должен

• **The scientific rationality. Features of scientific knowledge**

The problem of difference of science from other forms of cognitive activity is a problem of demarcation. That is the task is in finding criteria of differentiation of scientific knowledge and unscientific constructions.

So, we will consider features of scientific knowledge:

1. Aspiration to detection of objective laws of reality – natural, social, laws of knowledge, etc. As a result, the research is guided mainly by the general, essential properties of a subject.

2. Innovative nature of knowledge. It means that science constantly to seek for updating of the available knowledge, for expanded reproduction of true knowledge of the world.

3. Existence of an object of knowledge. Any fragment of reality can act as object of scientific knowledge.

4. The system organization of the gained knowledge. The collected facts at first describe, generalize, and then include in system of concepts, in structure of the theory.

5. Permanent methodological reflection. Studying of objects is always followed by critical judgment of methods and receptions by means of which the research is conducted.

6. Need of check of knowledge on the validity (scientific character). It is carried out by means of: verifications, falsifications, logical justification. Verification is an empirical check by means of the facts which confirm the theory. Falsification is a finding of anomalies, the facts which call the theory into question. Logical justification is a compliance of the theory to formal logical laws.

7. Openness of a scientific discourse. The scientist is obliged to show to scientific community the received true result of a research and to show a way by which it was reached. Here "the provability presumption" works: unknown knowledge has to be proved by means of already known, checked knowledge. Attempts to prove unknown knowledge by means of the unknown are unscientific. For example, there is a difference between astronomy and ufology in it.

встроиться в природу, не нарушив естественный ход процессов. Он не может быть владыкой природы. Его активность направлена вовнутрь, на самоограничение и самовоспитание.

Таким образом, идеал техногенной цивилизации – творческая деятельность, идеал традиционного общества – идея ненасилия (индийская традиция), принцип недеяния (древнекитайская культура).

Техногенная цивилизация однозначно отдает приоритет научному знанию и рациональности.

• **Научная рациональность. Особенности научного познания**

Проблема отличия науки от других форм познавательной деятельности – это проблема демаркации. То есть задача заключается в поиске критериев разграничения научного знания и ненаучных конструкций.

Итак, рассмотрим особенности научного познания:

1. Стремление к обнаружению объективных законов действительности – природных, социальных, познания и т. д. В результате исследование ориентируется главным образом на общие, существенные свойства предмета.

2. Инновационный характер знания. Это значит, что наука постоянно стремится к обновлению имеющегося знания, к расширенному воспроизводству истинного знания о мире.

3. Наличие объекта познания. В качестве объекта научного познания может выступать любой фрагмент действительности.

4. Системная организация полученных знаний. Собранные факты сначала описывают, обобщают, а потом включают в систему понятий, в состав теории.

5. Перманентная методологическая рефлексия. Изучение объектов всегда сопровождается критическим осмыслением методов и приемов, посредством которых проводится исследование.

6. Необходимость проверки знания на истинность (научность). Она осуществляется посредством: верификации, фальсификации, логического обоснования. Верификация – это эмпирическая проверка с помощью фактов, которые подтверждают теорию. Фальсификация – это нахождение аномалий, фактов, которые ставят теорию под сомнение. Логическое обоснование – это соответствие теории формальным логическим законам.

7. Открытость научного дискурса. Ученый обязан предъявить научному сообществу полученный истинный результат исследования и продемонстрировать способ, которым он был достигнут. Здесь действует

8. The science develops and uses special language. Languages of science can be natural (they are used in everyday life, out of science), artificial – specially invented for science (mathematical symbolics, chemical formulas, programming languages) and mixed – combine elements of natural and artificial languages.

9. Special methods and forms of activity (see topic 4).

10. Existence of cognitive functions: description, explanation and anticipation. The science investigates the existing objects and also phenomena which can become a research object in the future.

11. Presence of the subject of scientific activity who possesses specific characteristics. Scientific activity demands special training of the learning subject. He has to master the developed stock of knowledge, means and methods of obtaining knowledge, system of valuable orientations, ethical principles of science. It is considered that only 6–8 % of the population of our planet is capable to pursue science.

We called the main criteria of science which distinguish it from unscientific forms of knowledge. They have relative character; their list is open and specifically historical.

- **Science in comparison to philosophy, religion, art, everyday knowledge**

Science and philosophy. Special sciences satisfy specific needs of different spheres of society: technicians, economies, spheres of the right, health care, etc. Each science studies only one fragment of objective reality, a separate part of the world. Object of research of philosophy is the world in general. She strives for complete understanding of a universum. Its purpose is revealing general regularities of the world order.

Private sciences investigate the phenomena which exist objectively, that is irrespective of the person and mankind. Scientific conclusions are recorded in theories, laws, and formulas. In them there is no place for the personal, emotional relation to a research object.

Valuable installations, mood and personal features of the scientist do not influence operation of objective laws of physics, chemistry, biology, etc.

The main question of philosophy is the relation of consciousness to being (the person to the world). Philosophical knowledge always assumes existence of assessment which the researcher gives to the found essence of processes and the phenomena.

«презумпция доказуемости»: неизвестное знание должно обосновываться посредством уже известного, проверенного знания. Попытки обосновать неизвестное знание посредством неизвестного являются ненаучными. К примеру, в этом разница между астрономией и уфологией.

8. Наука разрабатывает и использует особый язык. Языки науки могут быть естественными (их используют в повседневной жизни, вне науки), искусственные—специально изобретенные для науки(математическая символика, химические формулы, языки программирования) и смешанные – сочетают элементы естественного и искусственного языков.

9. Особые методы и формы деятельности (о них смотрите тему 4).

10. Наличие когнитивных функций: описание, объяснение и предвидение. Наука исследует существующие объекты и также феномены, которые могут стать объектом исследования в будущем.

11. Наличие субъекта научной деятельности, который обладает специфическими характеристиками. Научная деятельность требует особой подготовки познающего субъекта. Он должен освоить сложившийся запас знаний, средства и методы получения знания, систему ценностных ориентаций, этические принципы науки. Считается, что только 6–8 % населения нашей планеты способны заниматься наукой.

Мы назвали основные критерии науки, которые отличают ее от ненаучных форм познания. Они имеют относительный характер, их перечень открыт и конкретно историчен.

- **Наука в сравнении с философией, религией, искусством, обыденным знанием**

Наука и философия. Специальные науки удовлетворяют конкретные потребности разных сфер общества: техники, экономики, сферы права, здравоохранения и т. д. Каждая наука изучает только один фрагмент объективной реальности, отдельную часть мира. Предметом исследования философии является мир в целом. Она стремится к целостному пониманию универсума. Ее цель – выявить всеобщие закономерности мирового устройства.

Частные науки исследуют явления, которые существуют объективно, то есть независимо от человека и человечества. Научные выводы зафиксированы в теориях, законах, формулах. В них нет места для личностного, эмоционального отношения к объекту исследования.

Ценностные установки, настроение и личностные особенности ученого не влияют на действие объективных законов физики, химии, биологии и т. д.

The science produces and systematizes strict and objective knowledge of reality. For philosophy unambiguity is not peculiar. All ideas raise doubts and can be exposed to a critical reflection. A specific of a philosophical reflection is a self-reflection. Constant return to initial parcels and enrichment them by new contents.

Results of scientific research can be checked experimentally many times as the science leans on the facts. Philosophical problems are inaccessible to sensory perception; they go beyond empirical generalizations, demand penetration into essence. What there is beauty, the truth, good, justice? Answers to these questions cannot be checked experimentally.

Language of philosophy is polysemantic. Science language is accurate and unambiguous.

Science and art. Art is a form of public consciousness it is connected with creation of artistic images.

Unlike science which reveals the general regularities and seeks for generalization art focuses attention on a concrete event, on an isolated case.

Art reflects a sensual, associative, emotional way of perception. The idea of regularity is the main reference point for science. The esthetic ideal is the main reference point for art.

Research activity demands an articulation, a statement of the received results by means of language. In art there are areas which cannot be expressed by means of language.

Science and religion. The main distinction between science and religion is defined by a ratio in these fields of belief and mind.

In science the reason dominates. With its help the science looks for natural explanations of objective reality. These explanations have to be confirmed by practice. The science trusts in cognitive opportunities of reason, in its ability to reflect reality.

Основной вопрос философии – это отношение сознания к бытию (человека к миру). Философское познание всегда предполагает наличие оценки, которую исследователь дает обнаруженной сущности процессов и явлений.

Наука вырабатывает и систематизирует строгие и объективные знания о действительности.

Для философии не свойственна однозначность. Все идеи вызывают сомнение и могут подвергаться критической рефлексии. Специфика философской рефлексии – саморефлексия. Постоянное возвращение к исходным посылкам и обогащение их новым содержанием.

Результаты научных исследований можно экспериментально проверить много раз, так как наука опирается на факты. Философские проблемы недоступны чувственному познанию, они выходят за пределы эмпирических обобщений, требуют проникновения в сущность. Что есть красота, истина, добро, справедливость? Ответы на эти вопросы нельзя экспериментально проверить.

Язык философии многозначен. Язык науки является четким и однозначным.

Наука и искусство. Искусство является формой общественного сознания, оно связано с созданием художественных образов.

В отличие от науки, которая выявляет общие закономерности и стремится к генерализации, искусство акцентирует внимание на конкретном событии, на единичном случае. Искусство отражает чувственный, ассоциативный, эмоциональный способ восприятия. Идея закономерности – основной ориентир для науки. Эстетический идеал является главным ориентиром для искусства.

Научно-исследовательская деятельность требует артикуляции, изложения полученных результатов посредством языка. В искусстве есть области, которые не могут быть выражены средствами языка.

Наука и религия. Основное различие между наукой и религией определяется соотношением в этих отраслях веры и разума.

В науке доминирует разум. С его помощью наука ищет естественные объяснения объективной реальности. Эти объяснения должны подтверждаться практикой.

Наука верит в познавательные возможности разума, в его способности отражать реальность.

In the center of religious belief there is a supernatural object is God. It has properties which cannot be explained rationally. In theological researches the reason is considered as the instrument of justification of belief.

The science can coexist with religion as the attention of these branches of culture is directed on different spheres. The attention of science is directed to empirical reality which is learned by means of sense organs. Religious knowledge is directed to what lies outside sensually perceived.

Christian theologians consider necessary to establish the union of science and religion. In their opinion, God ordered to the person to pursue science. The creator ruled that the person has to comprehend the world and learn to operate him. The science is designed to help the person to execute God's order.

Theologians offer two main options of interaction of religion and science. According to the first option, scientific theories are used for protection of traditional religious doctrines.

According to the second option, religion, science and philosophy have to participate in formation of a universal picture of the world. Synthesis of science and religion will help to create the coordinated picture of the world. For example, at discussion of concepts about an origin of the Universe it isn't necessary to oppose the scientific theory of the Big Bang and the theological concept of creation of the world (not "Big Bang or God", but "Big Bang and God").

Science and ordinary knowledge. Ordinary practical knowledge begins to be formed at early stages of human history. This knowledge delivers elementary data on the nature, on people, conditions of their life, social communications. Basis of ordinary knowledge is experience of everyday life and practice of people. Knowledge acquired on this base carries strong, but chaotic, separate character. They provide orientation of the person in everyday life.

Ordinary knowledge doesn't seek for disclosure of essence of things unlike scientific. The maintenance of the sphere of ordinary knowledge is very diverse. It comprises common sense, beliefs, signs, traditions, intuitive beliefs, etc.

Process of assimilation of ordinary knowledge isn't systematic and purposeful. Ordinary knowledge accustoms spontaneously throughout life, to daily communication of people. It is similar to development of the native language. Assimilation of ordinary knowledge doesn't demand preliminary preparation (cognitive base). Originally the world appears in consciousness of the person in forms of daily knowledge. Therefore scientists consider that ordinary knowledge is primary. Development of scientific or other specialized knowledge is carried out on the basis of ordinary, daily knowledge.

В центре религиозной веры находится сверхестественный объект – Бог. Он обладает свойствами, которые не могут быть объяснены рационально. В теологических исследованиях разум рассматривается как инструмент обоснования веры.

Наука может сосуществовать с религией, поскольку внимание этих отраслей культуры устремлено на разные сферы. Внимание науки направлено на эмпирическую реальность, которую познают посредством органов чувств. Религиозное познание направлено на то, что лежит за пределами чувственно воспринимаемого.

Христианские богословы считают необходимым создать союз науки и религии. По их мнению, именно Бог предписал человеку заниматься наукой.

Творец повелевал, что человек должен постигать мир и учиться управлять им. Наука призвана помочь человеку выполнить наказ Бога.

Теологи предлагают два основных варианта взаимодействия религии и науки. В соответствии с первым научные теории используются для защиты традиционных религиозных догматов.

В соответствии со вторым, религия, наука и философия должны участвовать в формировании универсальной картины мира. Синтез науки и религии поможет сформировать согласованное мировоззрение.

Например, при обсуждении концепций о происхождении Вселенной не следует противопоставлять научную теорию Большого взрыва и теологическую концепцию сотворения мира (не «Большой взрыв или Бог», а «Большой взрыв и Бог»).

Наука и обыденное знание. Обыденное практическое знание начинает формироваться на ранних этапах человеческой истории. Это познание поставляет элементарные сведения о природе, о самих людях, условиях их жизни, социальных связях. Основой обыденного познания является опыт повседневной жизни и практики людей. Приобретенные на этой базе знания носят прочный, но хаотичный, разрозненный характер. Они обеспечивают ориентацию человека в повседневной жизни. Обыденное знание не стремится к раскрытию сущности вещей в отличие от научного. Содержание сферы обыденного знания очень многообразно. Она содержит в себе здравый смысл, верования, приметы, традиции, интуитивные убеждения и т. д.

Процесс усвоения обыденного знания не является планомерным и целенаправленным. Обыденное знание осваивается стихийно в течение жизни, в повседневном общении людей. Это похоже на освоение родного языка.

- **Science as a worldview. Science as a productive and social force**

The world outlook is a frame of reference on the world in general; it represents a difficult complex of knowledge, values, norms and installations of human consciousness. The history shows that the bases of outlook can be various. For example, mythology, religion, art. Since Modern age the science becomes a basis of world outlook of people. The science provides the theoretical level of world outlook.

The scientific outlook is a set of knowledge which is organized in system. This knowledge is gained as a result of proofs and justifications. This knowledge forms ideas of regularities of existence and development of the universum.

The scientific outlook creates an overall picture of the world by means of concepts, theories, logical arguments and proofs. While the blind belief in supernatural and postulation of doctrines is characteristic of religion.

In the XIX-th century the science becomes direct productive force. Scientific knowledge is embodied in technical devices and production technologies, provides growth of productivity, and increases extent of domination of the person over the nature.

Fundamental discoveries are the cornerstone of the majority of material innovations which have considerably changed shape of a civilization (electricity, computers, biotechnologies, etc.). The modern science is social force; it is included in processes of social development and management by them.

The social force of science is expressed in her ability to be the instrument of change, improvement and transformation of the public relations. These processes assume interaction of natural sciences, technical, social researches and the humanities.

Усвоение обыденного знания не требует предварительной подготовки (когнитивной базы). Первоначально мир предстает в сознании человека в формах повседневного знания.

Поэтому ученые считают, что обыденное знание является первичным. Освоение научного или другого специализированного знания осуществляется на основе обыденного, повседневного знания.

- **Наука как мировоззрение. Наука как производительная и социальная сила**

Мировоззрение – это система взглядов на мир в целом, она представляет собой сложный комплекс знаний, ценностей, норм и установок человеческого сознания. История показывает, что основания мировоззрения могут быть различные. Например, мифология, религия, искусство.

Начиная с Нового времени основой мировоззрения людей становится наука. Наука обеспечивает теоретический уровень мировоззрения.

Научное мировоззрение – это совокупность знаний, которые организованы в систему. Эти знания получены в результате доказательств и обоснований. Эти знания формируют представления о закономерностях существования и развития универсума.

Научное мировоззрение создает общую картину мира посредством понятий, теорий, логических аргументов и доказательств. В то время как для религии характерна слепая вера в сверхестественное и постулирование догматов.

В XIX веке наука становится непосредственной производительной силой. Научные знания воплощаются в технических устройствах и производственных технологиях, обеспечивают рост производительности, увеличивают степень господства человека над природой.

Фундаментальные научные открытия лежат в основе большинства материальных новаций, которые радикально изменили облик цивилизации (электричество, компьютеры, биотехнологии и т. д.).

Современная наука является социальной силой, она включена в процессы социального развития и управления ими.

Социальная сила науки выражается в ее способности быть инструментом изменения, совершенствования и преобразования общественных отношений. Эти процессы предполагают взаимодействие естествознания, технических, социальных исследований и гуманитарных наук.

Key terms

Scientific rationality is a specific type of rationality which aspires to an exact explication of the main properties of rational thinking, to the maximum definiteness, accuracy, substantiality, objectivity.

The technogenic civilization is a type of civilization development which was created in Western Europe in the XVII–XVIII centuries. It has a rapid pace of development of the productive forces and social changes (the main values are innovations, scientific rationality).

Traditional society is a type of civilization development which differs in extremely slow rates of development of productive forces and centuries-old preservation of social orders (the main values – fidelity to traditions, experience of ancestors).

Questions

? List factors which have a crucial role in development of a technogenic civilization.

? Give description of understanding of a human and his place in the world in traditional culture and in technogenic civilization.

? The technogenic civilization has generated global crises (ecological, anthropological, etc.). What basic values of a technogenic civilization demand radical change?

Основные понятия

Научная рациональность – это специфический вид рациональности, которая стремится к точной экспликации основных свойств рационального мышления, к максимальной определенности, точности, доказательности, объективности.

Техногенная цивилизация – это тип цивилизационного развития, который сформировался в Западной Европе в XVII–XVIII вв. Он отличается быстрыми темпами развития производительных сил и социальных изменений (главные ценности – инновации, научная рациональность).

Традиционное общество – это тип цивилизационного развития, который отличается крайне медленными темпами развития производительных сил и многовековым сохранением социальных порядков (главные ценности – верность традициям, опыту предков).

Контрольные вопросы

? Перечислите факторы, которые играют решающую роль в развитии техногенной цивилизации.

? Дайте описание понимания человека и его места в мире в традиционной культуре и в техногенной цивилизации.

? Техногенная цивилизация породила глобальные кризисы (экологический, антропологический и др.). Какие базисные ценности техногенной цивилизации требуют радикального изменения?

Topic 3. The emergence of science and the main stages of its historical evolution

1. Pre-scientific forms of knowledge
2. Classical science
3. Nonclassical science
4. Post-nonclassical (modern) science

• Pre-scientific forms of knowledge

The question of science emergence is complicated and controversial. We will consider the most widespread points of view which exist among scientists. According to the first point of view, any knowledge which is received by the person can be regarded as a scientific. In this case, knowledge in general and scientific knowledge are identical concepts.

The second point of view says that writing is the main reason for emergence of science. That is, emergence of science is closely related with the opportunity to fix knowledge acquired through writing.

According to the third point of view, the emergence of science is connected with activity of ancient philosophers. In the ancient past there was an allocation of groups of people who were engaged exclusively in intellectual work. Lastly, the most widespread point of view (we can say a generally recognized) – science as a holistic phenomenon arises in Modern times, in the XVII-th century.

The emergence of science was preceded by prolonged period of accumulation of pre-scientific knowledge.

The first form of pre-scientific knowledge historically coincides with the development of the *ancient oriental culture and civilization*. Ancient oriental civilization (Egypt, China, and India) had a body of knowledge which collected, transmitted transferred from generation to generation, and allowed to organize optimum economic, political and military activities.

During the floods of the rivers there was a need to determine the volume of flooded land area that was incentive for the development of geometry. Development of trade, handicraft production, building caused elaboration of methods of computation. Navigation, ceremonial activity contributed to studying of features of the motion of the celestial bodies and the establishment of "star science" (astrology).

Тема 3. Возникновение науки и основные стадии ее исторической эволюции

1. Донаучные формы знания
2. Классическая наука
3. Неклассическая наука
4. Постнеклассическая (современная) наука

• Донаучные формы знания

Вопрос о возникновении науки является сложным и дискуссионным. Мы рассмотрим наиболее распространенные точки зрения, которые существуют среди ученых.

Согласно первой, любое знание, которое получено человеком, можно рассматривать как научное. В этом случае знание вообще и научное знание являются тождественными понятиями.

Вторая точка зрения гласит о том, что письменность является главной причиной появления науки. То есть, становление науки тесно связано с возможностью фиксировать полученные знания посредством письма.

Согласно третьей точке зрения, возникновение науки связано с деятельностью античных философов. В эпоху античности произошло выделение группы людей, которые были заняты исключительно интеллектуальным трудом.

Наконец, наиболее распространенная точка зрения – наука как целостный феномен возникает в Новое время, в XVII веке.

Появлению науки предшествовал длительный период накопления донаучного знания.

Первая форма донаучного знания исторически совпадает с развитием **древневосточной культуры и цивилизации**. Древневосточная цивилизация (Египет, Китай, Индия) обладала совокупностью знаний, которые накапливались, передавались от поколения к поколению и позволяли оптимально организовывать хозяйственную, политическую, военную деятельность.

Во время разливов рек возникала необходимость определения объемов затопленных площадей земли, что было стимулом развития геометрии. Развитие торговли, ремесленного производства, строительного дела обуславливали выработку приемов вычисления, счета; мореплавание, обрядовая деятельность способствовали изучению особенностей движения небесных тел и становлению «звездной науки».

But ancient oriental knowledge was not truly scientific. Why? What are the reasons?

- The knowledge was developed by the principle of popular inductive generalizations. The accumulated practical experience was generalized and handed down (in a family, within professional community). The gain of new knowledge was spontaneous and unsubstantiated. Knowledge functioned as a set of recipes, technological schemes of activity.

- Ancient oriental science differed in lack of fundamental nature. It was focused on the solution of applied problems, for cultic and astrological practice and was not self-sufficient activities for development of theoretical questions – "cognition for the sake of cognition".

- Ancient oriental science can not be called rational in the full sense. The anti-democratic character of the socio-political structure of ancient eastern countries is the main cause of this. Knowledge was not the result of rational argumentation and proving. Knowledge originated with the person possessing the power, the authority, a high social position was approved.

- The attention of ancient oriental scientists was concentrated on the solution of specific practical problems. This activity was not connected with theoretical consideration of a subject in a general view, with search of universal proofs. There was no universal mechanism of obtaining knowledge. Knowledge was an object of worship, a sacrament. It was believed that it is given by God.

Thus, the historical type of cognitive activity, which developed in the Ancient East, cannot rightly be called scientific, but rather corresponds to a pre-scientific stage of intellectual development.

The second form of pre-scientific knowledge related to ***culture of Ancient Greece*** (the ancient polis). In Ancient Greece there were such forms of cognitive activity from which there was a science later. For example, systematic proving, rational justification, logical deduction, idealization.

The peculiarity of the political organization of the ancient Greek society was a slave-owning democracy. This form of a social structure supposed obligatory participation of each free citizen in political life (people's assemblies, public debates, voting), promoted disclosure of its abilities.

As a result of it oral skills, the art of argument developed.

In Ancient Greek culture the truth is a result of rational, intellectual thinking, proving, but not dogma (as in Ancient East).

Но древневосточное знание не было подлинно научным. Почему? Каковы причины?

- Знание вырабатывалось по принципу популярных индуктивных обобщений. Накопленный практический опыт обобщался и передавался по наследству (в семье, в пределах профессионального сообщества). Прирост нового знания был стихийным и бездоказательным. Знание функционировало как набор рецептов, технологических схем деятельности.

- Древневосточная наука отличалась отсутствием фундаментальности. Она была ориентирована на решение прикладных задач, обслуживание культовой или астрологической практики и не являлась самостоятельной деятельностью по разработке теоретических вопросов – «познанием ради познания».

- Древневосточную науку нельзя назвать рациональной в полном смысле. Антидемократический характер социально-политического устройства древневосточных стран является главной причиной этого. Знание не являлось результатом рациональной аргументации и доказательства. Одобрение получало знание, исходящее от человека, обладающего властью, авторитетом, высоким социальным положением.

- Внимание древневосточных ученых было сосредоточено на решении конкретных практических задач. Эта деятельность не была связана с теоретическим рассмотрением предмета в общем виде, с поиском универсальных доказательств. Здесь отсутствовал универсальный механизм получения знания. Знание было предметом поклонения, таинства. Считалось, что оно дается Богом.

Таким образом, исторический тип познавательной деятельности, сложившийся на Древнем Востоке, нельзя с полным основанием назвать научным, он скорее соответствует донаучной стадии развития интеллекта.

Вторая форма донаучного знания связана с **культурой античной Греции** (античного полиса). В Древней Греции возникли такие формы познавательной деятельности, из которых позже возникла наука. К примеру, систематическое доказательство, рациональное обоснование, логическая дедукция, идеализация.

Особенностью политической организации древнегреческого общества являлась рабовладельческая демократия.

Эта форма общественного устройства предполагала обязательное участие каждого свободного гражданина в политической жизни (народные

The emergence of science and the main stages of its historical evolution

The ancient Greek pre-scientific knowledge is characterized by a speculative, theoretical attitude to the surrounding reality. Free citizens disdained manual labour, the activity transforming material objects.

It was believed that this activity is for slaves. Policy, military art, philosophy were worthy occupations for free citizens.

This may explain the ability of Greek thinking to form the perfect objects.

Ideal objects are special entities which do not exist in reality (Euclidean point, straight line, plane, soul, meaning of life). The procedure of idealization is a basis for creation of the scientific theory. Ideal objects allow studying reality. An ideal object is a cogitative construction, the scheme to which it is possible to correlate the empirical facts. For example, in Marx's philosophy there is a concept of socioeconomic structure. It allows systematizing diverse historical processes and events.

On the other hand. Disparagement to practical activity and manual labor was the reason that the antique pre-science did not have an experiment. Importance of an experiment for science is that it can be used for confirmation or a denial of theoretical hypotheses.

This can explain recognized progress of antique knowledge of deductive, not empirical sciences (Pythagorean mathematics, Euclid's geometry, Aristotle's logic) and mistakes in inductive fields (physics, astronomy, biology, geology, geography).

Western and Eastern medieval science. Development of the logical standards of thinking at medieval universities.

The third form of pre-scientific knowledge is connected with the middle Ages and medieval philosophy. In the Middle Ages radically changed the representation of nature. Ancient thinkers perceived nature as something independent. Nature contained in itself the purpose and laws of development.

In medieval worldview the nature loses the status of self-sufficiency. It is created by God; God is all-powerful and can disturb the natural course of natural processes at any time. God sets the purposes to nature.

собрания, публичные обсуждения, голосования), способствовала раскрытию его способностей. В результате этого развивалось красноречие, искусство убеждения, аргументации.

В древнегреческой культуре истина является результатом рационального, интеллектуального размышления, доказательства, а не догмой (как на Древнем востоке).

Древнегреческое донаучное знание характеризуется созерцательным отношением к окружающей действительности.

Свободные граждане презирали физический труд, деятельность, преобразующую материальные предметы. Считалось, что эта деятельность для рабов. Достойными занятиями для свободного гражданина были политика, военное искусство, философия.

Именно этим можно объяснить способность греческого мышления формировать идеальные объекты.

Идеальные объекты – это особые сущности, которые не существуют в реальности (евклидова точка, прямая, плоскость, душа, смысл жизни). Процедура идеализации является основой для построения научной теории. Идеальные объекты позволяют изучать реальную действительность. Идеальный объект – это мыслительная конструкция, схема, с которой можно соотносить эмпирические факты. Например, в философии К. Маркса есть понятие общественно-экономическая формация. Оно позволяет систематизировать многообразные исторические процессы и события.

С другой стороны. Пренебрежительное отношение к практической деятельности и физическому труду явилось причиной того, что в античной до-науке отсутствовал эксперимент. Важность эксперимента для науки заключается в том, что он может быть использован для подтверждения или опровержения теоретических гипотез.

Этим можно объяснить признанные успехи античного познания в дедуктивных, неэмпирических науках (математика Пифагора, геометрия Евклида, логика Аристотеля) и заблуждения в индуктивных отраслях (физика, астрономия, биология, геология, география).

Западная и восточная средневековая наука. Развитие логических норм мышления в средневековых университетах.

Третья форма донаучного знания связана с эпохой Средневековья и средневековой философией. В эпоху Средневековья кардинально меняется образ природы. Античные мыслители воспринимали природу как нечто самостоятельное. Природа содержала внутри себя цель и законы развития.

The emergence of science and the main stages of its historical evolution

The most perfect creation of God is a human. God entitles the human to dominate nature. So now the human has the right to remake the world as it is necessary for him. Thus, the Christian worldview gave rise to new understanding of nature. It allowed passing from the contemplative cognition of nature to experimental science of Modern times, which opened the way to practical transformation of the environment.

However, this new relation to nature becomes relevant only after the millennium. This is because the science of nature lost its former importance. Nature is not the subject of study in this period. The only absolute reality for the Christianity is God.

Nature during this period has symbolical character. All natural phenomena are the embodiment and personification of religious values. For example, the Moon is an image of Church which reflects divine light. Wind is an image of spirit. Instead of studying of a real thing, they studied a concept which denoted this thing. It was considered that this is a way of comprehension and reconstruction of acts of divine creation.

Thus, cognitive activity had a book nature. Texts of the Scripture were the most authoritative books. The main research method was exegetics. Let's explain, the exegetics is art of interpretation, commenting of bible texts.

In XII-th century there are significant changes in medieval pre-scientific knowledge. During this period in feudal Europe the economic growth and activization of trade relations with the Arab East is observed. There is a need of knowledge about nature. You remember that medieval scientists did not study nature. We talked about it earlier. The only source of knowledge about nature was Aristotle's works. Therefore scientists begin to show interest in scientific works of Aristotle. It should be noted, that Aristotle's works were for the first time translated from Greek to Arabic. For example, the most reliable translations were made by the Syrian scientist Averroes (Ibn Rushd). After that they were translated from Arabic to Latin.

В средневековом мировоззрении природа теряет статус самодостаточности. Она создана Богом, Бог всемогущ и может нарушить естественный ход природных процессов в любой момент. Бог задает цели природе.

Самым совершенным творением Бога является человек. Бог дает человеку право повелевать природой. Значит, теперь человек имеет право переделывать окружающий мир так, как ему нужно.

Таким образом, христианское мировоззрение дало начало новому пониманию природы. Это позволило перейти от созерцательного познания природы к экспериментальной науке Нового времени, которая открыла дорогу практическому преобразованию окружающей среды.

Тем не менее, это новое отношение к природе становится уместным только спустя тысячелетие. Это потому, что наука о природе в эпоху Средневековья потеряла свое прежнее значение. Природа не является предметом исследования в этот период. Единственной безусловной реальностью для христианства является Бог.

Природа в этот период имеет символический характер. Все природные явления есть воплощение и олицетворение религиозных ценностей. Например, Луна – это образ Церкви, которая отражает божественный свет. Ветер есть образ духа.

Вместо изучения реальной вещи, средневековые мыслители изучали понятие, которое выражало (обозначало) эту вещь. Считалось, что это есть способ постижения и реконструкции актов божественного творения.

Таким образом, познавательная деятельность имела книжный характер. Самыми авторитетными книгами были тексты Священного писания. Главным методом познания была экзегетика.

Поясним, экзегетика – искусство толкования, комментирования библейских текстов и работ античных авторов.

В XII в. происходят значительные изменения в средневековом донаучном знании. В этот период в феодальной Европе наблюдается экономический рост и активизация торговых отношений с арабским востоком. Появляется потребность в знаниях о природе. Вы помните, что средневековые ученые не изучали природу. Об этом мы говорили ранее. Единственным на тот момент источником знаний о природе были труды Аристотеля. Поэтому ученые начинают проявлять интерес к научным работам античного философа («О небе», «Физика», «О возникновении и уничтожении»).

The emergence of science and the main stages of its historical evolution

Adoption of the Aristotelean doctrine of nature had huge value for medieval philosophy. This doctrine contained the large amount of empirical scientific material and the research program. Medieval scholastics adopted from the Aristotle model for an explanation of the phenomena.

Christian theologians tried to combine Aristotelean science with Christian doctrines. It was a difficult challenge, because Aristotle's science contradicts the basic Christian dogmas.

Thomas Aquinas created the theory of the dual truth, which allowed overcoming these contradictions. This theory recognized the rights of human mind along with Christianity. Till the XII-th was considered that true knowledge has divine nature. Aquinas's theory allowed the opportunity to acquire knowledge by means of the mind. The mind got permission to participate in the cognitive process.

At the same time Thomas Aquinas noted that scientific knowledge which is received by means of reason has only relative truth. Only religious knowledge is absolutely reliable.

During Modern times the mind will reach priority position in the cognitive process.

So, we considered three forms of pre-scientific knowledge. Now let's consider science.

• Classical science

Science as an integral phenomenon originated in Europe during Modern ages. It's development had three stages.

The first stage is a classic science. G. Galileo formulated world outlook foundations of classical science. Scientists have to take into account only objective properties for formulating clear judgments about nature. Properties which can be accurately measured, he called objective. For example, size, weight, shape, movement, quantity. Subjective properties should be disregarded. This is properties which are available to perception: taste, color, smell, sound.

The quantitative analysis is a method allowing to receive the correct knowledge about nature.

Следует отметить, что труды Аристотеля о природе сначала были переведены с греческого на арабский язык. Например, наиболее достоверные переводы сделал сирийский ученый Аверроэс (Ибн Рушд). А уже потом они были переведены с арабского языка на латинский язык.

Принятие аристотелевского учения о природе имело огромное значение для средневековой философии. Это учение содержало в себе большой объем эмпирического научного материала и научно-исследовательскую программу. Средневековые схоласты заимствовали от Аристотеля модель для объяснения явлений.

Христианские богословы пытались совместить Аристотелевскую науку с христианскими доктринами. Это была сложная задача, потому что наука Аристотеля противоречила основным христианским догмам.

Фома Аквинский создал *теорию двойственной истины*, которая позволила преодолеть эти противоречия. Эта теория признала права человеческого разума наряду с христианской верой. До XII века считалось, что истинное знание имеет божественную природу. Теория Аквинского допустила возможность получить знание средствами разума. Разум получил разрешение участвовать в процессе познания.

В то же время Фома Аквинский отмечал, что научные знания, которые получены посредством разума, имеют только относительную истинность. Абсолютно достоверным является только религиозное знание.

В Новое время разум займет приоритетное положение в познавательном процессе.

Итак, мы рассмотрели три формы донаучного знания. Теперь обратимся к рассмотрению науки.

• Классическая наука

Наука как целостный феномен возникла в Европе в Новое время. Мы можем проследить три этапа ее развития.

Первый этап – это классическая наука.

Г. Галилей сформулировал мировоззренческие основы классической науки. Ученые должны учитывать только объективные свойства для формулирования четких суждений о природе. Свойства, которые можно точно измерить он назвал объективными. Например, размер, вес, форма, движение, количество. Субъективные свойства следует оставить без внимания. Это свойства, которые доступны восприятию: вкус, цвет, запах, звук.

Количественный анализ – это метод, позволяющий получить правильные знания о природе.

The emergence of science and the main stages of its historical evolution

In the middle of the XVI-th century Nicolaus Copernicus created heliocentric system of the Universe. It had hypothetical character and needed proofs. Laws of mechanics of Galileo and his astronomical discoveries were empirical base of the Copernican theory. Galileo started scientific revolution which led to the creation of modern science. Isaac Newton's discoveries finished this revolution.

As a result of scientific revolution of the XVII-th century *mechanistic picture of the world* was created. Now let's consider its features:

- God created the Universe as the strict and ordered system. After that God keep himself aloof from intervention in nature and gave it the chance to exist independently. Nature exists on the basis of laws which were put in it at the moment of creation.
- A human with the help of his mind was able to understand the essence of the universal order. He had an opportunity to use this knowledge for the advantage.
- Nature is perfectly ordered huge mechanism, which obeys to mathematical laws. To investigate the essence of nature; it is necessary to take this mechanism to pieces.
- Matter is a substance. It is capable to move only due to influence of external forces.
- The space and time have absolute character. The absolute space looks like a repository of world matter. You can place all material bodies in this big box, but you can take them out. The space will remain anyway. Absolute time looks like a continuous stream. This is a permanent scale for measuring uncountable specific movements. Time can pass independently, without participation of material bodies.
- The principle of a strict determinism. Strict relationships of cause and effect work in the world. There are no accidents. All phenomena and events can be explained by laws of mechanics. Newton said: The world in which God does not play dice.
- Nature is invariable, non-developing, always identical to itself whole.
- The aspiration to receive objective knowledge. The cleared knowledge which completely excluded subjective factors was true (characteristics of the scientist, methods, means, conditions of cognition).

В середине XVI века Н. Коперник создал гелиоцентрическую систему Вселенной. Она имела гипотетический характер и нуждалась в доказательствах.

Законы механики Г. Галилея и его астрономические открытия явились эмпирической базой теории Н. Коперника. Галилей начал научную революцию, которая привела к созданию современной науки. Открытия И. Ньютона завершили эту революцию.

В результате научной революции XVII века сформировалась *механистическая картина мира*. Рассмотрим ее черты:

- Бог сотворил Вселенную как строгую и упорядоченную систему. После этого Бог устранился от вмешательства в природу и дал ей возможность существовать самостоятельно. Природа существует на основе законов, которые были заложены в нее в момент сотворения.
- Человек с помощью своего разума сумел понять сущность вселенского порядка. У него появилась возможность пользоваться этим знанием для своей пользы.
- Природа есть совершенно упорядоченный гигантский механизм, который подчиняется математическим законам. Чтобы исследовать сущность природы, надо разобрать этот механизм на части.
- Материя – это вещество. Она способна двигаться только за счет влияния внешних сил.
- Пространство и время носят абсолютный характер. Абсолютное пространство выглядит как вместительница мировой материи. Можно поместить все тела в этот большой ящик, но можно и вынуть их. Пространство останется в любом случае. Абсолютное время выглядит как непрерывный поток. Это постоянная шкала для измерения бесчисленных конкретных движений. Время может течь самостоятельно, без участия материальных тел.
- Принцип жесткого детерминизма. В мире действуют жесткие причинно-следственные связи. В нем нет случайностей. Все явления и события можно объяснить посредством законов механики. Ньютон говорил: Это мир, в котором Бог не играет в кости.
- Природа есть неизменное, неразвивающееся, всегда тождественное самому себе целое.
- Стремление получить объективное знание. Истинным было очищенное знание, которое полностью исключало субъективные факторы (характеристики ученого, способы, средства, условия познания).

The emergence of science and the main stages of its historical evolution

- The principle of reductionism. Scientists refused to recognize qualitative specifics of nature. They believed that nature is the mechanism, which can be investigated by laws of mechanics.

- There was a new type of the subject of cognition. The self-made man. He trusts only his mind and not relies on nature and God. We remind that the ancient scientist relied on nature and the medieval scientist relied on God.

At the end of the XVIII-th century – the first half of the XIX-th century there were complex scientific revolutions. *The idea of evolutionary* development was main to these revolutions. Three discoveries were the most important.

1) The theory of the cellular structure (Cell theory). This theory proved internal unity of all live organisms, unity of their origin. Authors of the cell theory are the German researchers M. Schleiden and T. Schwann.

2) The law of conservation and transformation of energy. J.R. Mayer, J. Joule, E. Lenz were the creators of this law, independently from each other. According to this law, work can be converted into warmth and vice versa. The law showed that warmth, light, electricity, magnetism are various forms of one movement in nature and can pass one into another.

3) "On the Origin of Species by means of natural selection" is the famous book by Charles Darwin. Darwin's book did two things. Firstly, it provided a set of proofs that evolution took place. Secondly, it offered the theory to explain how evolution works. This is the theory of natural selection. Evolution by natural selection is the key to understanding of biology, and a variety of life on Earth.

• Nonclassical science

Enumerated discoveries prepared the global scientific revolution which began at the end of the XIX-th century. This revolution led to emergence non-classical science.

At first there were epochal discoveries in physics, which destroyed a mechanistic picture of the world. Let's call the most significant of them.

The discovery of electromagnetic waves (H. Hertz), the discovery of the electron (J. Tomson), the introduction of quantum ideas (M. Planck), the creation of the theory of relativity (A. Einstein), creation of a model of the atom (N. Bohr).

At the beginning of the XX-th century all main postulats of classical science were disproved. As a result of these and other discoveries *non-classical style of thinking* was created, which characterizes non-classical science.

- Принцип редукционизма. Ученые отказывались признавать качественную специфику природы. Они считали, что природа является механизмом, который можно исследовать с помощью законов механики.

- Появился новый тип субъекта познания. Человек, сделавший себя сам. Он доверяет только своему разуму и не опирается на природу и Бога. Напоминаем, что античный ученый опирался на природу, а средневековый ученый опирался на Бога.

В конце XVIII века – первой половине XIX века произошли комплексные научные революции. *Идея эволюционного развития* явилась главной для этих революций. Наиболее важными стали три открытия.

1) Теория клеточной структуры. Эта теория доказала внутреннее единство всех живых организмов, единство их происхождения. Авторами клеточной теории являются немецкие исследователи М. Шлейден и Т. Шванн.

2) Закон сохранения и превращения энергии. Р. Майер, Д. Джоуль, Э. Ленц стали творцами этого закона независимо друг от друга. Согласно этому закону, работу можно превратить в теплоту и наоборот. Закон показал, что теплота, свет, электричество, магнетизм являются различными формами одного движения в природе и могут переходить одна в другую.

3) «Происхождение видов путем естественного отбора» – знаменитая книга Чарльза Дарвина. Книга Дарвина сделала две вещи. Во-первых, она предоставила множество доказательств того, что эволюция имела место. Во-вторых, она предложила теорию, чтобы объяснить, как работает эволюция. Это теория естественного отбора. Эволюция путем естественного отбора является ключом к пониманию биологии, а также разнообразия жизни на Земле.

• Неклассическая наука

Названные научные открытия подготовили глобальную научную революцию, которая началась в конце XIX века. Эта революция привела к появлению неклассической науки. Сначала произошли эпохальные открытия в физике, которые разрушили механистическую картину мира. Назовем наиболее значительные из них. Открытие электромагнитных волн (Г. Герц), открытие электрона (Д. Томсон), введение квантовых представлений (М. Планк), создание теории относительности (А. Эйнштейн), создание модели атома (Н. Бор).

В начале XX века все главные постулаты классической науки были опровергнуты.

The emergence of science and the main stages of its historical evolution

Here its features:

1) The understanding of an object of research changed. The science passed from studying of things that were considered as constant to studying of conditions and ways of scientific cognition things. Non-classical science investigates the behavior of the subject in one or other conditions.

2) Absolutely objective knowledge of nature can not be obtained. Any knowledge is result of mixture objective and subjective. Objective knowledge is properties that belong to the object of cognition. Subjective knowledge is a contribution of scientist to result of knowledge (methods, his theoretical position, valuable preferences, and cultural traditions). Object properties depend on conditions in which it is. The famous physicist W. Heisenberg spoke: "The way nature responds to our questions depends on how we ask them".

3) Danish physicist Niels Bohr formulated the principle of complementarity. According to this principle it is necessary to apply two mutually exclusive sets of concepts to the most complete description of the quantum-mechanical phenomena. Microparticles can behave as corpuscles and as waves. This property is called wave-particle dualism. The principle of complementarity allows explaining such contradictions.

4) The theory of relativity cardinally changed ideas of space and time. Classical science considered them independent of matter. Einstein proved that space-time properties depend on the material processes. He confirmed that the disappearance of material objects and processes will lead to the disappearance of the space-time continuum.

• Post-nonclassical science (modern science)

Modern science is not completely formed phenomenon. We can list only the main *trends of modern science*, which called integral.

- Modern science problems are difficult. It is possible to solve them only using at the same time efforts of several sciences.

- Modern science studies the complex, open, non-linear systems, including human activities. Such systems actively exchange energy, substance, information resources with the environment. In this way, important characteristics of their evolution are uncertainty, instability, randomness and chaos. Processes of destruction and creation are equivalent. Chaos can be creative. Development should include a stage of chaos, which is a source of new vectors of development.

В результате этих и других открытий сформировался *неклассический стиль мышления*, который характеризует неклассическую науку. Ему свойственны следующие черты:

1) Изменилось понимание предмета исследования. Наука перешла от изучения вещей, которые рассматривались как неизменные к изучению условий и способов изучения вещей. Неклассическая наука исследует то, как ведет себя предмет в тех или иных условиях.

2) Абсолютно объективное знание о природе получить невозможно. Любое знание есть результат смешения объективного и субъективного. Объективное знание – это свойства, которые принадлежат объекту познания. Субъективное знание – это вклад ученого в результат познания (методы, его теоретическая позиция, ценностные предпочтения, культурные традиции). Свойства объекта зависят от условий, в которых он находится. Знаменитый физик В. Гейзенберг говорил: «То, как природа отвечает на наши вопросы, зависит от того, как мы их задаем».

3) Датский физик Н. Бор сформулировал принцип комплиментарности. Согласно этому принципу для наиболее полного описания квантово-механических явлений необходимо применять два взаимоисключающих набора понятий. Микрочастицы могут вести себя как корпускулы и как волны. Это свойство называется корпускулярно-волновой дуализм. Принцип дополнительности позволяет объяснить подобные противоречия.

4) Теория относительности кардинально изменила представления о пространстве и времени. Классическая наука считала их независимыми от материи. А. Эйнштейн доказал, что пространственно-временные свойства зависят от материальных процессов. Он утверждал, что исчезновение материальных предметов и процессов приведет к исчезновению пространственно-временного континуума.

• Постнеклассическая наука (современная наука)

Современная наука не является полностью сформировавшимся феноменом. Мы можем перечислить лишь основные *тенденции современного естествознания*, которое называют интегральным.

- Современные проблемы науки являются сложными. Решить их можно только используя одновременно усилия нескольких наук.

- Современная наука изучает сложные, открытые, нелинейные системы, включающие деятельность человека. Такие системы активно обмениваются энергией, веществом, информацией, ресурсами с окружающей средой. Таким образом, важными характеристиками их эволюции

The emergence of science and the main stages of its historical evolution

- There is an increase of cross-disciplinary and transdisciplinary researches. The research is called cross-disciplinary in case if it involves scientists from different scientific areas. The research is called transdisciplinary in that case when there is a transfer of methods, conceptual schemes from one science in another.

- Overcoming the gap between subject and object. Simple systems were an object of classical science. Sophisticated systems were an object of non-classical science. Now the attention of scientists is drawn more and more by historically developing systems which form new levels of the organization eventually. At the same time emergence of new level of the organization makes impact on the previous stage, changing communications and composition of their elements.

- Highly increased importance of the calculus mathematics (which became an independent branch of mathematics). Now mathematical modeling becomes the most important instrument of scientific and technical progress. Its essence is replacement of an original object with the corresponding mathematical model.

- Methodological pluralism – is realization of limitation and one-sidedness of any methodology and, first of all, rationalistic methodology.

- In postnon-classical science the paradigm of integrity is approved. According to it the universe, the biosphere, noosphere, society, man represent integrity. And manifestation of this integrity is that a man is not out of the studied object, he is inside it, he is a part, which studies the whole.

- The ideas of evolution and historicism get into sciences. Idea of historical evolution of physical objects is gradually included into the picture of physical reality. For example, the models which describe development of a metagalaxy can be regarded as historical reconstructions which reproduce the main stages of evolution of this unique historically developing object.

Between classical, non-classical and post-nonclassical science there is continuity. However, each subsequent type of science limits incidence of previous.

являются неопределенность, нестабильность, случайность и хаос. Процессы разрушения и созидания равноценны. Хаос может быть созидательным. Развитие необходимо включает стадию хаоса, который является источником новых векторов развития.

- Происходит увеличение доли междисциплинарных и трансдисциплинарных исследований. Исследование называется междисциплинарным в том случае, если для его проведения привлекают ученых из разных научных областей. Исследование называется трансдисциплинарным в том случае, когда происходит перенос методов, концептуальных схем из одной науки в другую.

- Преодоление разрыва объекта и субъекта. Объектом классической науки были простые системы, объектом неклассической науки – сложные системы, в настоящее время внимание ученых все больше привлекают исторически развивающиеся системы, которые с течением времени формируют новые уровни организации. При этом возникновение нового уровня организации оказывает воздействие на предыдущий этап, меняя связи и композицию элементов.

- Резко возросло значение вычислительной математики (ставшей самостоятельной ветвью математики). В настоящее время важнейшим инструментом научно-технического прогресса становится математическое моделирование. Его сущность – замена исходного объекта соответствующей математической моделью.

- Методологический плюрализм – осознание ограниченности и односторонности любой методологии и, прежде всего, рационалистической методологии.

- В постнеклассической науке утверждается парадигма целостности, согласно которой мироздание, биосфера, ноосфера, общество, человек и т. д. представляют собой единую целостность. И проявлением этой целостности является то, что человек не находится вне изучаемого объекта, он находится внутри него, он является его частью.

- В естествознание проникают идеи эволюции и историзма. Представление об исторической эволюции физических объектов постепенно входит в картину физической реальности. Например, модели, описывающие развитие метagalктики, могут быть расценены как исторические реконструкции, которые воспроизводят основные этапы эволюции этого уникального исторически развивающегося объекта.

Key terms

Idealization is a method of theoretical knowledge which is directed to creation of cogitative designs (ideal objects). Ideal objects allow studying reality. An ideal object is a cogitative construction, the scheme to which it is possible to correlate the empirical facts.

Exegetics is art of interpretation, commenting of the Bible texts (the main method of research of the Medieval prescience).

Principle of a strict determinism. Strict causes and effect relationships work in the world. There are no accidents. All phenomena and events can be explained by laws of mechanics.

Principle of complementarity. According to this principle it is necessary to apply two mutually exclusive sets of concepts to the most complete description of the quantum-mechanical phenomena.

Questions

? In Antiquity and the Middle Ages a lot of growth points of science were created. List them.

? Give the definition of a concept of idealization.

? Why in ancient pre-scientific knowledge there was no experiment?

? Why ancient oriental pre-scientific knowledge was not fundamental?

? List the reasons which promoted adoption of Aristotelian scientific program by scholasticism.

? What new nonclassical science brought in understanding of nature in comparison with classical science?

? How you understand I. Prigogin's idea that modern sciences are based not on subjects, and on problems?

? Why modern science is often called integrated science?

Между классической, неклассической и постнеклассической наукой существует преемственность. Однако каждый последующий тип науки ограничивает сферу действия предыдущего.

Основные понятия

Идеализация – это метод теоретического познания, который направлен на создание мыслительных конструкций (идеальные объекты). Идеальный объект – это мыслительная конструкция, схема, с которой можно соотносить эмпирические факты.

Экзегетика – искусство интерпретации, комментирования текстов Библии (главный метод исследования Средневековой донауки).

Принцип жесткого детерминизма. В мире действуют жесткие причинно-следственные связи. В нем нет случайностей. Все явления и события можно объяснить посредством законов механики.

Контрольные вопросы

- ? В древности и в эпоху Средневековья сформировалось много точек роста науки. Перечислите их.
- ? Дайте определение понятия идеализации.
- ? Почему в древнем донаучном знании отсутствовал эксперимент?
- ? Почему древневосточное донаучное знание не было фундаментальным?
- ? Перечислите причины, которые способствовали принятию аристотелевской научной программы схоластикой.
- ? Что нового в понимание природы внесла неклассическая наука в сравнении с классическим естествознанием?
- ? Как вы понимаете идею И. Пригожина о том, что современные науки строятся не по предметам, а по проблемам?
- ? Почему современную науку часто называют интегральным естествознанием?

Topic 4. The structure of scientific knowledge

1. Scientific knowledge as a complex evolving system
2. Methods and forms of empirical research
3. Methods and forms of theoretical knowledge
4. Foundations of Science
5. The ideals and norms of scientific knowledge and their socio-cultural conditioning
6. The scientific picture of the world, its function and historical forms
7. The philosophical foundations of science

• Scientific knowledge as a complex evolving system

Scientific knowledge has a fairly complex structure which can be represented in the different layers.

So, from the point of view of the interaction of the object and the subject of scientific knowledge, the latter includes four components: a) the subject of science in the name of the individual researcher, and the scientific community and society as a whole; b) the object matter and the subject matter; c) a system of methods and techniques specific to this science; g) specific language – both natural and artificial.

Based on the subject of knowledge and the methods there are:

- science of nature – nature-knowledge that studies inanimate nature, animated nature, and the human nature and unites about 7000 units of private science industries;
- science of the artificial world (technical knowledge) which is about 5 thousand private subjects;
- logical-mathematical sciences (about 2 thousand private sectors);
- science of human and society constituting around 4.5 million units of specific disciplines.

Another division of science is by fundamental and applied branches. The fundamental ones are the sciences responsible for the formation of a scientific picture of the world (theoretical physics, theoretical chemistry, theoretical biology, astronomy); the applied ones are those serving the interests of human practice. Separation of sciences on the fundamental and applied ones is historical.

Тема 4. Структура научного знания

1. Научное знание как сложная развивающаяся система
2. Методы и формы эмпирического исследования
3. Методы и формы теоретического познания.
4. Основания науки
5. Идеалы и нормы научного познания, их социокультурная обусловленность
6. Научная картина мира, ее функции и исторические формы
7. Философские основания науки

• Научное знание как сложная развивающаяся система

Научное знание имеет довольно сложную структуру, которая может быть представлена в различных срезах.

Так, с точки зрения взаимодействия объекта и субъекта научного познания, последнее включает в себя 4 компонента: а) субъекта науки в лице отдельного исследователя, научного сообщества, общества в целом; б) объект и предмет изучения; в) систему методов и приемов, характерных для данной науки; г) специфический язык – как естественный, так и искусственный.

По предмету и методам познания выделяют:

- науки о природе – естествознание, изучающее неживую, живую и человеческую природу, объединяющее примерно 7 тыс. единиц частнонаучных отраслей;
- науки о мире искусственного (технознание), составляющие около 5 тыс. частных дисциплин;
- логико-математические науки, составляющие примерно 2 тыс. частных отраслей;
- науки об обществе и человеке, составляющие около 4,5 тыс. единиц конкретных дисциплин.

Другое деление науки – на фундаментальные и прикладные отрасли. К фундаментальным относят науки, ответственные за формирование научной картины мира (теоретическая физика, теоретическая химия, теоретическая биология, астрономия и др.); к прикладным – обслуживающие интересы человеческой практики. Разделение наук на фундаментальные и прикладные носит исторический характер.

• Empirical and theoretical levels, their features and differences

The structure of scientific knowledge can be represented as a unity of its two main levels – theoretical and empirical. These levels are closely interrelated and both are relatively autonomous. Let us mention the most important differences between them:

1) in the degree of penetration into the essence of the subject. The empirical knowledge reflects a subject from the phenomena side, the theoretical – from the essence. Achieving the theoretical level is an ideal of constructing a full-fledged science in general;

2) in the cognitive functions. The empirical level describes, and the theoretical explains and predicts phenomena;

3) in the methods of cognition and in the forms of knowledge;

4) in practical value. The value of theoretical knowledge is higher than of the empirical one, as the empirical knowledge is concrete and situational, and is of limited and non-universal nature, and is suitable only for "here and now"; theoretical knowledge is versatile, it is applied according to the principle "always and everywhere".

Exaggerating the role of one of these levels to the detriment of another, which is usual for the extremes of empiricism and of theory"ism", is incorrect. Empiricism denies the active role and the relative independence of thinking. The experience and perceptual knowledge are considered the only sources of knowledge. The content of knowledge is reduced to the description of this experience, and the rational mental activity is reduced to all sorts of combinations of empirical material. On the contrary, theory"ism" suggests that the critical sources of knowledge are the intellect, reason, and thinking. It suffers from an underestimation of empirical experience, from subjectivity in operating concepts and terms, from playing with definitions, from the movement of thought from speculative schemes and formulas designed to real processes.

• Methods and forms of empirical research

1) Empirical level is characterized by the predominance of sensory perception. Although, there are also the rational forms, they are of minor importance. As a result, the object under study is reflected mainly by its external relations and manifestations. The characteristic features of the empirical cognition include: search and collection of facts, their primary generalization, the description of observed and experimental data, and their classification.

- **Эмпирический и теоретический уровни, их особенности и различия**

Структура научного познания может быть представлена как единство двух его основных уровней – эмпирического и теоретического. Эти уровни тесно взаимосвязаны и одновременно относительно автономны. Укажем на самые существенные различия между ними:

- 1) по степени проникновения в сущность предмета. Эмпирическое знание отражает предмет со стороны явления, теоретическое – со стороны сущности. Достижение теоретического уровня является идеалом построения полноценной науки вообще;
- 2) по познавательным функциям. Эмпирический уровень описывает, а теоретический – объясняет и предсказывает явления;
- 3) по методам познания и формам знания;
- 4) по практической ценности. Ценность теоретического знания выше эмпирического, поскольку эмпирическое знание носит конкретно-ситуативный, ограниченный неуниверсальный характер, пригодно только «здесь и сейчас»; теоретическое знание отличается универсальностью, необходимостью, применяется по принципу «везде и всегда».

Преувеличение роли одного из этих уровней в ущерб другому, свойственное крайностям эмпиризма и теоретизма, некорректно. Эмпиризм отрицает активную роль и относительную самостоятельность мышления. Единственным источником познания считается опыт, чувственное познание. При этом содержание знания редуцируется к описанию этого опыта, а рациональная мыследеятельность – к разного рода комбинациям эмпирического материала. Напротив, теоретизм полагает решающим источником знания мышление, интеллект, разум. Он грешит недооценкой эмпирического опыта, субъективизмом в оперировании понятиями и терминами, игрой в дефиниции, движением мысли от умозрительно сконструированных схем и формул к реальным процессам.

- **Методы и формы эмпирического исследования**

Эмпирический уровень отличается преобладанием чувственного познания. И хотя здесь также присутствуют рациональные формы, они имеют подчиненное значение. Как результат, исследуемый объект отражается преимущественно со стороны своих внешних связей и проявлений. К характерным признакам эмпирического познания относят: поиск и сбор фактов, их первичное обобщение, описание наблюдаемых и экспериментальных данных, их систематизация, классификация и иная фактофиксирующая деятельность.

2) The empirical knowledge practices the following methods: observation (fixing sensible sides of the object by the senses directly or by different instruments and technical devices indirectly); comparisons (comparison of the observed objects in order to identify their similarities and differences); measurement (comparison of some characteristics of the object with the reference measure); experiment (active and targeted observation of the object in a specially created artificial, controlled environments).

3) The forms of the empirical level: an empirical fact and empirical law. The empirical fact is a sensually perceived phenomenon drawn up in accordance with scientific protocols, containing the standards and requirements of this field of science: the regularity, frequency of occurrence, cause and effect relationship, etc. In the scientific knowledge, the totality of the facts creates the basis of empirical hypotheses and of construction of theories. Furthermore, the confirmation or refutation (the idea of critical experiment) of theories happens with the use of facts. The empirical fact is never "pure": it is always theoretically "loaded". Therefore, the starting point of scientific research is not the objects themselves, not the "pure" facts, but rather the theoretical schemes, and "conceptual model of reality".

4) Empirical Law is a reflection of recurring relationships and patterns without penetration into the essence of the phenomenon. One should not underestimate the empirical laws; they work quite successfully in specific situations. For example, "all objects/bodies expand when heated"; "every metal has its melting temperature".

• **Methods and forms of theoretical knowledge**

The theoretical level of scientific knowledge is characterized by the predominance of the rational moment (concepts, theories, laws and other forms of thinking and mental operations). At the same time, the sensual cognition is not eliminated, but becomes an aspect of the cognitive process. Theoretical knowledge is aimed at identifying the purpose of internal relations and laws of things, processes, and phenomena. It is made possible by the rational processing of data of the empirical knowledge and by the formation of a special subject – the abstract objects of theory.

Эмпирическое познание практикует следующие **методы**: наблюдение – фиксация чувственно воспринимаемых сторон предмета непосредственно органами чувств или опосредованно различными приборами и техническими устройствами; сравнение – сопоставление наблюдаемых объектов с целью выявления их сходства и различия; измерение – сопоставление какой-либо характеристики предмета с эталонной мерой; эксперимент – активное целенаправленное наблюдение объекта в специально созданных искусственных, контролируемых условиях.

Формы эмпирического уровня: эмпирический факт и эмпирический закон. Эмпирический факт – чувственно воспринимаемое явление, оформленное в соответствии с научным протоколом, содержащим стандарты и требования данной отрасли науки: регулярность, повторяемость, причинно-следственная зависимость и т. д. В научном познании совокупность фактов образует эмпирическую основу выдвижения гипотез и построения теорий.

Кроме того, с помощью фактов происходит подтверждение теорий или их опровержение (идея критического эксперимента). Эмпирический факт никогда не бывает «чистым»: он всегда теоретически «нагружен». Поэтому исходный пункт научного исследования – это не сами по себе предметы, не «чистые» факты, а теоретические схемы, «концептуальные модели действительности».

Эмпирический закон – отражение регулярно повторяющихся связей и закономерностей без проникновения в сущность явления. Не следует недооценивать эмпирические законы – они вполне успешно работают в конкретных ситуациях. Например, «все тела при нагревании расширяются», «всякий металл имеет свою температуру плавления».

• Методы и формы теоретического познания

Для теоретического уровня научного познания характерно преобладание рационального момента – понятий, теорий, законов и других форм мышления и мыслительных операций. Чувственное познание при этом не устраняется, а становится подчиненным аспектом познавательного процесса. Теоретическое познание направлено на выявление универсальных внутренних связей и закономерностей вещей, процессов, явлений. Оно становится возможным посредством рациональной обработки данных эмпирического знания и формирования особой предметности – абстрактных объектов теории.

In the theoretical knowledge, methods such as analysis and synthesis, generalization and abstraction, formalization, axiomatization, modeling are used. But the main method of theoretical knowledge is an idealization. The aim and the result of idealization are to create, design a special type of objects – idealized objects (material point, ideal gas, black body, etc.), on the basis of which alone a theory can be constructed. The forms of the theoretical knowledge include:

Problem is the original ground for theoretical research. This is the knowledge about lack of knowledge. As K. Popper believes, science begins not with the observation, but with problems, and its development is a transition from one problem to the other – from shallower to deeper.

Hypothesis is a form of theoretical knowledge that contains high degree of probability assumption which is formulated on the basis of a number of facts and the true meaning of which is uncertain and requires proof. Hypothetical knowledge requires verification and validation as it is probabilistic and not reliable. In the proof of hypotheses, some of them acquire the status of a true theory, others undergo changes and updates, and others are discarded and turn into a delusion.

Hypothesis as a form of theoretical knowledge must meet the set of conditions that must be met when it (hypothesis) is nominated (regardless of the branch of scientific knowledge). It must: comply with the laws established and accepted in the science; be consistent with the facts, on the basis of which it is put forward; comply with the laws of formal logic; be simple and free of unnecessary items; work with a wider class of related objects of study, not only with those for which it has been nominated; allow for the possibility to confirm or refute.

Theory is the most complex and advanced form of the scientific knowledge which gives a holistic mapping of regular and substantial connections of a certain area of reality. As a system of knowledge, theory is expected to have three basic requirements: consistency; experimental verifiability; falsifiability.

В теоретическом познании используются такие методы, как анализ и синтез, генерализация и абстрагирование, формализация, аксиоматизация, интервализация, рудизация, моделирование. Но главным методом теоретического познания остается идеализация. Целью и результатом идеализации является создание, конструирование особого типа предметов – идеализированных объектов (материальная точка, идеальный газ, абсолютно черное тело и т.п.), на основе которых только и может быть построена теория. К **формам** теоретического знания относятся:

Проблема – исходная площадка для теоретического поиска. Это знание о незнании. Как считает К. Поппер, наука начинает не с наблюдений, а именно с проблем, и ее развитие есть переход от одних проблем к другим – от менее глубоких к более глубоким.

Гипотеза – форма теоретического знания, содержащая предположение высокой степени вероятности, которое сформулировано на основе ряда фактов и истинное значение которого неопределенно и нуждается в доказательстве. Гипотетическое знание требует проверки и обоснования, поскольку носит вероятностный, а не достоверный характер. В процессе доказательства выдвинутых гипотез одни из них обретают статус истинной теории, другие претерпевают изменения и уточнения, третьи отбрасываются, превращаются в заблуждения.

Гипотеза как форма теоретического знания должна отвечать совокупности условий, которые нужно соблюдать при ее выдвижении (вне зависимости от отрасли научного знания). Она должна: соответствовать установленным и общепринятым в науке законам; быть согласованной с фактами, на основе которых и для объяснения которых она выдвинута; соответствовать законам формальной логики; быть простой, не содержать лишнего; работать с более широким классом исследуемых родственных объектов, а не только с теми, для объяснения которых она была специально выдвинута; допускать возможность подтверждения или опровержения.

Теория – самая сложная и развитая форма научного знания, дающая целостное отображение закономерных и существенных связей определенной области действительности. Как к системе знания теории предъявляют три основные требования: непротиворечивость; опытно-экспериментальная проверяемость; фальсифицируемость.

In the modern methodology of science there are the following basic elements of the theory: a) original base is the basic concepts, principles, laws, postulates etc. b) idealized objects are abstract model of the essential properties and relationships of subjects; c) the logic of the theory is a set of specific rules and methods of evidence aimed at clarifying the structure and changes in knowledge; d) philosophical foundations and value settings; e) a set of laws and statements derived as a consequence of the theory in accordance with specific guidelines.

The main features of the theory are synthetic (the union of disparate reliable knowledge in a single, integrated system); explanatory (the identification of causative and other additions, of set of connections of the phenomenon, of its essential characteristics, of the laws of its origin and development, etc.); methodological (formulation of research methods on the theory base); predictive function that makes possible to make conclusions about the existence of previously unknown facts, objects or their properties on the basis of existing knowledge about the existing condition of known phenomena; praxeological function that indicates the possibility of practical implementation of the theoretical propositions.

• **Foundations of Science**

In addition to empirical and theoretical structures in scientific knowledge, there is another structure referred to as the "science base". These include: 1) the ideals and norms of scientific research; 2) the scientific picture of the world; 3) the philosophical foundations of science⁵. All these blocks of science bases structures are closely interlinked with each other and interact with each other.

• **The ideals and norms of scientific knowledge and their socio-cultural conditioning**

The ideals of scientific knowledge constitute a system of samples of research actions of a scientist, and the regulations are sort of methodological matrix of its activities. The ideals and standards are designed to ensure the best possible implementation of the science's aspirations: a description and explanation of existing facts; justification of the obtained knowledge; its organization and objectification.

⁵ Stepin V. Philosophy of science. Common issues. M.2007. P. 191.

В современной методологии науки выделяют следующие основные элементы теории: а) исходные основания – фундаментальные понятия, принципы, законы, постулаты и т. п. б) идеализированные объекты – абстрактные модели существенных свойств и связей изучаемых предметов; в) логику теории – совокупность определенных правил и способов доказательства, направленных на прояснение структуры и изменения знания; г) философские основания и ценностные установки; д) совокупность законов и утверждений, выведенных в качестве следствий из теории в соответствии с конкретными принципами.

К числу основных функций теории относятся: синтетическая – объединение разрозненных достоверных знаний в единую, целостную систему; объяснительная – выявление причинных и иных зависимостей, совокупности связей данного явления, его существенных характеристик, законов его происхождения и развития и т. п.; методологическая – формулировка на основе теории методов исследовательской деятельности; предсказательная, дающая возможность на основании имеющегося знания о наличном состоянии известных явлений делать выводы о существовании неизвестных ранее фактов, объектов или их свойств; праксеологическая, указывающая на возможность практического воплощения теоретических положений.

• Основания науки

Кроме эмпирических и теоретических структур в научном познании выделяют еще одну ее структуру, именуемую «основания науки». К ним относят: 1) идеалы и нормы научного исследования; 2) научную картину мира; 3) философские основания науки⁶. Все эти блоки структуры оснований науки тесно взаимосвязаны между собой и взаимодействуют друг с другом.

• Идеалы и нормы научного познания, их социально-культурная обусловленность

Идеалы научного познания представляют систему образцов ориентиров исследовательских действий ученого, а нормы – своего рода методологическую матрицу его деятельности. Идеалы и нормы призваны обеспечить наилучшую реализацию наукой своих когнитивных устремлений: описание и объяснение существующих фактов; обоснование полученного знания; его организацию и объективацию.

⁶ См.: Степин В.С. Философия науки. Общие проблемы. М., 2007. С. 191.

For example, the adequateness and efficiency (cognitive and practical) of the results serve as one of the most important scientific explanation. The adequacy is provided by logical, empirical and methodological norms. The assessment of cognitive efficiency is made by transferring theoretical postulates to the new subject areas of the knowledge. Practical effectiveness is determined by the success of application of the theory to the corresponding branches of human activity.

The most important ideals of the organization of scientific knowledge are the regulatory principles (simplicity, conformity, consistency, beauty)⁷.

It should be borne in mind that the ideals and norms of scientific knowledge vary depending on the subject of science. So, the ideals and norms of empirical industries are not like the rules of the deductive sciences. For example, the ideal of the systematization of mathematical theory is axiomatic method, whereas the natural science uses hypothetical-deductive method.

The other side of the ideals and norms is their historicity. Initially, at the stage of the constitution of science as an autonomous branch of cognitive activity, its ideals and norms served the purpose of distancing science from other ways of knowing: everyday, religious, mythological, mystical, etc. Ancient Greeks in particular strictly separated epistemic (evidence) knowledge from doxographical (descriptive, in the opinion).

Since the New Age, in the bosom of the emerging experimental science, the new ideals and norms of scientific knowledge are formed. Namely, the requirement to verify its results by a special kind of artificial practice (natural science experiment together with its mathematical processing) becomes determining. Further development of classical science was guided by the ideals of the epistemological objectivism (subjectless knowledge), fundamentalism, mechanistic determinism, and reductionism.

Prior to the beginning of the XX-th century the basic ideals of classical science remained virtually unchanged. The revolution in natural science in the late XIX – early XX-th centuries (see topic 3) significantly shook the conviction of their adequacy. The new discoveries showed that the fundamental scientific laws that were considered in classical science irrefutable truths are relative. Non-classical ideal of science had formed taking into account the nature of the relative truths of science, their dependence on the level of socio-cultural development.

⁷ See: Ovchinnikov N. Methodological principles in the history of scientific thought. M., 1997.

Так, например, в качестве одним из важнейших идеалов научного объяснения выступают адекватность и эффективность (познавательная и практическая) полученных результатов. Адекватность обеспечивается посредством логических, эмпирических и методологических норм. Оценка познавательной эффективности производится путем перенесения положений теории на новые предметные области познания. Практическая эффективность определяется успехом аппликации теории к соответствующим отраслям деятельности людей.

К важнейшим идеалам организации научного знания относятся регулятивные принципы (простоты, соответствия, непротиворечивости, красоты)⁸.

Следует иметь в виду, что идеалы и нормы научного познания варьируются в зависимости от предметной принадлежности науки. Так, идеалы и нормы эмпирических отраслей не похожи на нормы дедуктивных наук. Например, идеалом систематизации математической теории является аксиоматический метод, между тем как в естествознании с этой целью используется гипотетико-дедуктивный метод.

Другая сторона идеалов и норм – их историчность. Изначально, на этапе конституирования науки в качестве автономной отрасли когнитивной деятельности ее идеалы и нормы служили цели дистанцирования науки от других способов познания: обыденного, религиозного, мифологического, мистического и т. д. Древние греки в частности строго отделяли эпистемическое (доказательное) знание от доксографического (описательного, знания-мнения).

Начиная с Нового времени в лоне формирующегося опытного естествознания утверждаются новые идеалы и нормы научного познания. А именно, определяющим становится требование удостоверения его результатов посредством особого рода искусственной практики – естественного эксперимента вкупе с их математической обработкой. Дальнейшее развитие классической науки стало ориентироваться на идеалы гносеологического объективизма (бессубъектного знания), фундаментализма, механистического детерминизма, редукционизма, кумулятивизма.

До начала XX столетия основные идеалы классического естествознания оставались практически неизменными. Революция в естествознании конца XIX – начала XX вв. (см. тему 3) существенно поколебала

⁸ См.: Овчинников Н.Ф. Методологические принципы в истории научной мысли. М., 1997.

Currently, there are signs of the birth of the ideal post-non-classical science which is based on the ideas of evolution and self-organization of objects and their systems.

- **The scientific picture of the world, its function and historical forms**

The scientific picture of the world (hereinafter SPW) is a component of the system foundations of science encompassing knowledge that reflects the fundamental laws of nature and properties, and that is able to change with the development of scientific knowledge.

Through the SPW, the ideas about the objects, the fundamental concepts and principles on which scientific theories are based are formed; the systematization of scientific knowledge is carried out; the strategy of research for the various branches of science is formed.

Historical forms of SPW

Long before the rise of science, man tried to make a presentation about the world, its origin and structure, and a way to express them. Initially, these were myths or purely speculative pictures. Later, they were replaced by concepts arising out of regular observations of natural phenomena. These views founded early mainly natural pictures of the world (PW) which were formed in the minds of people based on their personal experiences. Later, starting with the modern times, the picture of the world gets features of science because its content is increasingly based on the results of experiments and science findings. Thus for the first time it formed naturalistic PW which later formed the basis of SPW. SPW is historical; it is built on the achievements of science of a particular era and represents a synthesis of scientific knowledge that corresponds to the concrete historical period of human development. Evolution of SPW involves movement from its classical to non-classical and post-non-classical types⁹.

⁹ See: Stepin V. Philosophy of science. Common issues. M., 2007.

убежденность в их адекватности. Новые открытия свидетельствовали о том, что фундаментальные научные законы, которые считались в классической науке неопровержимыми истинами, имеют относительный характер. Сформировался неклассический идеал научности, принимающий в расчет относительный характер истин науки, их обусловленность уровнем социально-культурного развития.

В настоящее время появились признаки зарождения постнеклассического идеала научности, который исходит из идей эволюции и самоорганизации объектов и их систем.

• **Научная картина мира, ее функции и исторические формы**

Научная картина мира (в дальнейшем НКМ) – компонент системы оснований науки, заключающий в себе знания, отображающие фундаментальные закономерности и свойства природы, и способный к изменениям по мере развития научного познания.

Благодаря НКМ формируются представления об объектах, фундаментальных понятиях и принципах, из которых исходят научные теории; осуществляется систематизация научного знания; формируется стратегия исследовательской деятельности для различных отраслей науки.

Исторические формы НКМ. Задолго до возникновения науки человек пытался составить представления об окружающем мире, его возникновении и структуре и каким-либо образом выразить их. Изначально это были мифы или чисто умозрительные картины. В дальнейшем они сменяются представлениями, проистекающими из регулярных наблюдений природных феноменов. Эти представления фундировали первые, преимущественно стихийные картины мира (КМ), формировавшиеся в сознании людей на основе их личного жизненного опыта. В дальнейшем, начиная с Нового времени, картина мира приобретает научные черты, поскольку ее содержание все больше базируется на результатах экспериментов и выводах естествознания. Таким образом, впервые формируется естественнонаучная КМ, которая в дальнейшем легла в основу НКМ.

НКМ исторична, она опирается на достижения науки конкретной эпохи и представляет собой синтез научных знаний, соответствующих конкретно-историческому периоду развития человечества. Эволюция НКМ предполагает движение от ее классического к неклассическому и постнеклассическому типам¹⁰.

¹⁰ См.: Степин В.С. Философия науки. Общие проблемы. М., 2007.

Classical SPW is based on the achievements of Galileo-Newton science. Description of the object is carried out in a strictly fixed coordinate system. The only explanation was the standard causality (causation). It was believed that the state of objects in space and time can be determined and predicted with an arbitrarily predetermined accuracy (the "demon" of P-S. Laplace). Everything that relates to the subject of knowledge was eliminated from the results of knowledge.

Non-classical SPW replaces the classic as a result of the revolution in natural science at the turn of the XX-th century. It approved a new perspective on the natural universe according to which the latter is composed of three (mega, macro and micro) sub-worlds. Each of these different sub-worlds differs by the qualitative specifics of their physical properties. The laws of these sub-worlds are not reduced to each other. The new, broader understanding of determinism is stated that is not exhaustive by the casual connection, but that takes into account the factor of probability. The condition of object (or system of objects) at any given time cannot be precisely defined and can be described only in terms of the probability (the statistical patterns). The cognizer is no longer separated from the objective world, and is located inside it. One of the most important provisions of non-classical SPW is the knowledge of the principle of subsidiarity according to which for a complete description of physical phenomena it is necessary to apply two mutually exclusive (extra) set of concepts.

The focus of the post-non-classical SPW (the second half of the XX-th century) is on the view of nature as a super-system that consists of complex self-organized (dynamic) systems which are in the process of evolution and are self-governed by internal forces. Evolutionary changes in such systems are characterized by multi-variation and alternativeness in perspective (from the point of view of the future) plan. They are developed by the non-linear and irreversible in time laws combining contradictory trends: divergence and convergence, order and randomization, diversity of growth and homogenization.

The dynamics, the direction and the pace of evolutionary change is not clearly defined. It is essential that any intervention in the evolution of complex systems should focus on their own development trends; otherwise there is a risk of unpredictable behavior with all the ensuing consequences.

Классическая НКМ базируется на достижениях галилеевско-ньютоновского естествознания. Описание объектов осуществлялось в строго фиксированной системе координат. Единственным стандартом объяснения стала каузальность (причинно-следственная связь). Считалось, что состояния объектов в пространстве и времени могут быть определены и предсказаны со сколь угодно наперед заданной точностью («демон» Лапласа). Из результатов познания элиминировалось все, что относилось к субъекту познания.

Неклассическая НКМ пришла на смену классической в результате революции в естествознании на рубеже XIX–XX вв. Она утвердила новый взгляд на природный универсум, согласно которому последний состоит из трех (мега-, макро- и микро-) субмиров. Каждый из этих субмиров отличается качественной спецификой своих физических свойств. Законы этих субмиров не редуцируются друг к другу. Утверждается новое, более широкое понимание детерминизма, не исчерпывающегося каузальной связью, но учитывающего фактор случайности. Состояние объекта (системы объектов) в каждый момент времени не поддается точному определению и может быть описано лишь в терминах вероятности (статистической закономерности). Познающий субъект отныне не отделен от предметного мира, а находится внутри него. Одним из важнейших положений неклассической НКМ является познание принципа дополнительности, согласно которому для полного описания физических явлений необходимо применять два взаимоисключающих (дополнительных) набора понятий.

В фокусе **постнеклассической НКМ** (вторая половина XX в.) представление о природе как о суперсистеме, состоящей из сложных самоорганизующихся (динамических) систем, находящихся в процессе эволюции и самоуправляющихся внутренними силами. Эволюционным изменениям таких систем свойственна мультивариантность и альтернативность в перспективном (с точки зрения будущего) плане. Они развиваются по нелинейным, необратимым по времени законам, сочетая в себе противоречивые тенденции: дивергенцию – с конвергенцией, упорядоченность – с хаотизацией, рост разнообразия – с гомогенизацией. Динамика, направление и темп эволюционных изменений однозначно не заданы. Существенно, что любое вмешательство в процесс эволюции сложноорганизованных систем должно ориентироваться на собственные тенденции их развития, в противном случае возникает риск их непредсказуемого поведения со всеми вытекающими отсюда последствиями.

• The philosophical foundations of science

The discovery of new scientific laws and theories always contains a constructive mental activity on the nomination, the justification and the adoption of certain hypotheses. This thought process is caused not only by the available to the scientist's empirical material, but is mediated by a set of ideas that form the socio-cultural environment of this science. The most important element of this environment is philosophy.

The real history of science shows that the concrete scientific models of the studied phenomena may be constructed on the basis of certain ontological, epistemological, logical, methodological and axiological grounds only. With their help, an interpretation of theoretical constructions is carried out, the opportunities and the prospects for the use of certain methods and approaches in the study of processes and phenomena of objective reality are assessed. The philosophical foundations of science are the connecting link which connects the philosophical and specific scientific knowledge. Since they are a borderline knowledge they can be reasonably attributed to the competence of both philosophy and science. Domestic researchers identify such philosophical foundations of science as an ontological, epistemological, logical, methodological, and axiological¹¹.

Ontological foundations of science is common in some science views on the origin and structure of the world, types of material systems, their movement, change, determination, the general laws of functioning and development of material objects, etc. The combination of these views forms a model of reality through the prism of which the scientist works with its object. For example, one of the ontological foundations of classical Newtonian mechanics is the notion of palpable (absolute) nature of space and time, their independence from each other and the nature of the physical processes that occur in them.

Epistemological foundation of science is the ideas, within a certain science, of the nature of the process of scientific knowledge, of a ratio of sense and rational, of theoretical assumptions and experimental data on the status of theoretical concepts, of the conditions of reliability and validity of the knowledge, of the socio-historical context of knowledge, etc. For example, based on a certain understanding of the status of theoretical concepts, E. Mach, at the time, rejected the scientific significance of the L. Boltzmann's molecular-kinetic theory of gases on the grounds that, in his opinion, all the important theoretical concepts should be based on empirical data. The concept of the "atom" that forms the basis of the molecular-kinetic theory does not satisfy this

¹¹ Introduction to the history and philosophy of science. Edited by Lebedev. M., 2005. P. 32.

• **Философские основания науки**

Открытие новых научных законов и теорий всегда в основе своей содержит конструктивную умственную деятельность по выдвижению, обоснованию и принятию определенных гипотез. Этот мыслительный процесс обусловлен не только имеющимся в распоряжении ученого эмпирическим материалом, но и опосредован совокупностью представлений, образующих социокультурную среду данной науки. Важнейшим элементом этой среды является философия.

Реальная история науки показывает, что именно на основе определенных онтологических, гносеологических, логических, методологических и аксиологических оснований только и могут быть построены конкретно-научные модели изучаемых явлений. С их помощью проводится интерпретация теоретических конструкций, оцениваются возможности и перспективы использования определенных методов и подходов в исследовании процессов и явлений объективной реальности. Философские основания науки являются тем посредствующим звеном, которое связывает философское и конкретно-научное знание. Поскольку они представляют собой пограничное знание, то их можно с полным основанием отнести как к компетенции философии, так и науки. Отечественные исследователи выделяют такие философские основания науки как онтологические, гносеологические, логические, методологические, аксиологические.¹²

Онтологические основания науки – это общепринятые в той или иной науке взгляды о происхождении и строении окружающего мира, типах материальных систем, их движении, изменении, детерминации, общих законах функционирования и развития материальных объектов и т. д. Совокупность этих взглядов образует модели реальности, сквозь призму которых ученый работает со своим объектом. Так, например, одним из онтологических оснований классической механики И. Ньютона являлось представление о субстанциональном (абсолютном) характере пространства и времени, их независимости друг от друга и от характера материальных процессов, которые в них происходят.

Гносеологические основания науки – это принимаемые в рамках определенной науки положения о характере процесса научного познания, соотношении чувственного и рационального, теоретических положений и опытных данных, о статусе теоретических понятий, об условиях достоверности

¹² Введение в историю и философию науки / под ред. С.А. Лебедева. М., 2005. С. 32.

condition as at that time the atoms were not observable (empirically not deducible).

The logical foundations of science are the rules of abstraction adopted in science, of idealization, of generation of basic and derived concepts and propositions, the rules of inference, etc. For example, in discussions of infinite sets, it is prohibited to use the law of the excluded middle.

Methodological foundations of science are the regulatives, standards, requirements that are to be followed by a scientist. These include methods of discovery and gain of a new true knowledge, methods of proof and justification of the individual components of the theory and theories in general, etc. This methodological foundations of science may be different not only in different sciences (natural, mathematical, technical and socio-humanitarian), but in the same science in various stages of its historical development. For example, there was a significant difference in the methodological foundations of Aristotle's physics and the Galileo-Newtonian one.

Value (axiological) science base is a worldview and axiological settings of practical and theoretical importance of science as a whole or individual sciences in the system of spiritual and material culture, of the purposes of science, of the scientific progress of the ethical and humanistic aspects of science, etc.

Speaking about the impact of the philosophy on science, the substantial differences in the nature, methods, and the strength of this influence should be borne in mind. Thus, the philosophy in varying degrees affects the theoretical and empirical levels of knowledge in science. The content of empirical knowledge is mainly determined by the immediate data of observation and experiment, as well as by partially private scientific theory that produces its theoretical interpretation. The theoretical level of scientific knowledge is significantly mediated not only by empirical knowledge, but also by the philosophical one. The scientific theory requires this connection at the stage of initiation as well as at the stage of justification.

и истинности знания, о социально-историческом контексте познания и т. д. Например, на основе определенного понимания статуса теоретических понятий Э. Мах в свое время отверг научную значимость молекулярно-кинетической теории газов Л. Больцмана на том основании, что, по его убеждению, все значимые теоретические понятия должны основываться на эмпирическом материале. Понятие же «атом», составляющее основу молекулярно-кинетической теории, не удовлетворяло этому условию, так как в то время атомы были не наблюдаемы (эмпирически не выводимы).

Логические основания науки – принятые в науке правила абстрагирования, идеализации, образования базовых и производных понятий и утверждений, правила вывода и т. д. Например, в рассуждениях о бесконечных множествах запрещается использовать закон исключенного третьего.

Методологические основания науки представляют собой принимаемые в рамках той или иной науки универсальные регулятивы, нормы, требования, которым должен следовать ученый. К ним относятся методы открытия, получения нового истинного знания, способы доказательства и обоснования отдельных компонентов теории и теорий в целом и т. д. При этом методологические основания науки могут быть различными не только в разных науках (например, в естественных, математических, технических и социально-гуманитарных), но и в одной и той же науке на разных стадиях ее исторического развития. Например, существенным было различие в методологических основаниях физики Аристотеля и физики Г. Галилея – И. Ньютона.

Ценностные (аксиологические) основания науки – мировоззренческие, ценностные установки о практической и теоретической значимости науки в целом или отдельных наук в системе духовной и материальной культуры, о целях науки, о научном прогрессе, об этических и гуманистических аспектах науки и т. д.

Говоря о влиянии философии на науку, следует иметь в виду существенные различия в характере, способах и силе этого влияния. Так, философия в разной степени влияет на теоретический и эмпирический уровни познания в науке. Содержание эмпирического познания преимущественно определяется непосредственными данными наблюдения и эксперимента, а также частично частнонаучной теорией, производящей его теоретическую интерпретацию. Теоретический уровень научного познания существенно опосредован не только эмпирическим знанием, но и

The degree of the philosophy influence on science at the evolutionary stage of its development and the one during scientific revolutions is also different. Thus, in periods of evolutionary development of science, the philosophy influence and other social and cultural factors is largely negligible; science keeps this influence under control preventing penetration into its bosom of the ideas that are contrary to their own grounds.

The reason is that in these times there is a realization of the potential that was laid in the adopted by science the system of initial abstractions and idealizations that play role in the structure of science of its own fundamental foundations. By integrating and organizing cognitive activity in a particular industry, they perform protective functions erecting barriers to the ingress of alien, disconcerting elements, factors that destroy the established in its integrity and harmony. At the same time, it must be said that these abstractions pass through a foreign ideological as well as the philosophical influence, but they do so very selectively: only the immanent (in its own theoretical foundations) ideas are perceived.

A completely different situation is observed in the periods of scientific revolutions when the positions of previously adopted and the prevailing scientific theory becomes shaky, science refuses it, and the production of the theoretical foundations and their rationale begins. This is when science becomes open to a significant philosophy influence. Especially brightly this process manifests itself at the times of global scientific revolutions when there is a change in the dominant SPW, ideals and norms of scientific research. This tendency can be seen in the Copernican-Galilean-Newtonian revolution in science of the XVIII-th century, revolution in physics and mathematics of the late XIX-th – beginning of the XX-th century, the modern scientific and technological revolution. Justification of arising, in the course of these revolutions, new conceptual foundations of science that are largely incompatible with the old ones requires reliance on philosophical knowledge.

философским. Научная теория нуждается в такой связи как на этапе возникновения, так и на этапе обоснования.

Различна также степень влияния философии на науку на эволюционной стадии ее развития и в период научных революций. Так, в эволюционные периоды развития науки влияние на нее философии и других социокультурных факторов во многом является незначительным, наука держит под контролем это влияние, не допуская проникновения в свое лоно идей, противоречащих собственным основаниям.

Объясняется это тем, что в такие периоды происходит реализация того потенциала, который был заложен в принятой данной наукой системе исходных абстракций и идеализаций, играющих в структуре науки роль ее собственных, фундаментальных оснований. Интегрируя и организуя познавательную деятельность в конкретной отрасли, они выполняют охранительные, защитные функции, воздвигая барьеры на пути проникновения в нее чуждых, дезорганизующих элементов, факторов, разрушающих установившуюся в ней целостность и гармонию. При этом следует сказать, что эти абстракции все же пропускают через себя внешние идейные, в том философские, воздействия, но делают это весьма избирательно: воспринимаются лишь те идеи, которые имманентны собственным теоретическим основаниям.

Совсем иная ситуация наблюдается в периоды научных революций, когда позиции ранее принятой, господствовавшей научной теории становятся шаткими, наука от нее отказывается и начинается выработка данной наукой новых собственных теоретических оснований и их обоснование. Именно в этот момент наука становится открытой для существенного влияния философии. Особенно ярко этот процесс проявляется в периоды глобальных научных революций, когда происходит смена господствовавшей НКМ, идеалов и норм научного исследования. Указанную тенденцию можно проследить на примерах коперниканско-галилеевско-ньютоновской революции в естествознании XVIII в., революции в физике и математике конца XIX – начала XX вв., современной научно-технологической революции. Обоснование возникающих в ходе таких революций новых концептуальных оснований наук, во многом несовместимых со старыми, требует опоры на философское знание.

Key terms

Theoretical cognition is the cognition that is characterized by the predominance of the rational moment (concepts, theories, laws); perceptual cognition becomes a subordinate aspect. The phenomena under investigation are reflected by their internal relations and universal laws.

Empirical cognition is the cognition that is dominated by lively contemplation (sensory perception), the rational point here is of the secondary importance. The object under investigation is reflected mainly by its external relations and manifestations.

Scientific picture of the world is a wide panorama of knowledge about nature and mankind including the most important theories, hypotheses and facts.

Scientific revolution is the stage of the development of science related to the restructuring of the research strategies defined by the bases of science.

Questions

? Please, describe the theoretical and empirical levels of scientific knowledge.

Which one of these levels, in your opinion, is more important?

? What is the scientific picture of the world and what are its features and historical forms?

? What are the philosophical foundations of science?

Основные понятия

Теоретическое познание – познание, которое характеризуется преобладанием рационального момента (понятий, теорий, законов), чувственное познание здесь становится подчиненным аспектом. Исследуемые явления отражаются со стороны их универсальных внутренних связей и закономерностей.

Эмпирическое познание – познание, в котором преобладает живое созерцание (чувственное познание), рациональный момент здесь имеет подчиненное значение. Исследуемый объект отражается преимущественно со стороны своих внешних связей и проявлений.

Научная картина мира – широкая панорама знаний о природе и человечестве, включающая в себя наиболее важные научные теории, гипотезы и факты.

Научная революция – этап развития науки, связанный с перестройкой исследовательских стратегий, задаваемых основаниями науки.

Контрольные вопросы

- ? Опишите теоретический и эмпирический уровни научного познания. Какой из этих уровней, на ваш взгляд, имеет большее значение?
- ? Что такое научная картина мира и каковы ее функции и исторические формы?
- ? Назовите философские основания науки.

Topic 5. Dynamics of science as a process of generation of new knowledge

1. Historical variability of generation mechanisms of new knowledge
2. Formation of primary theoretical models and laws
3. Justification procedures of theoretical knowledge
4. Interrelation of logic of discovering and logic of justification
5. Becoming of the developed scientific theory
6. Classical and nonclassical variants of formation of the theory
7. Problem situations in science. Development of foundation of science under the influence of new theories
8. Incorporation of new theoretical representations in culture

• Historical variability of generation mechanisms of new knowledge

The fundamental characteristic of knowledge is its dynamics, i. e. its growth, change, development, etc. This idea was stated in ancient philosophy, and G. Hegel formulated it in the thesis – "the true is a process", instead of a "ready result".

Knowledge development is a complex dialectic process, which has certain stages that are quite different from each other. Domestic explorers suggest considering it "as locomotion from myth to logos, from logos to "pre-science", from "pre-science" to science, from classical science to nonclassical and further to postnonclassical, etc., from ignorance to knowledge, from superficial incomplete to deeper and perfect knowledge etc"¹³.

In researches on history of science, the two stages routinely evolve: the first is a stage of its occurrence (pre-science), and the second is a true science (the developed science). Science occurrence is intimately connected to the direct requirements of production of goods and daily practice of people. It happened when pristine empirical concepts and representations began to get general and abstract character. The first theoretical concepts and systems had been generated within the limits of science in Ancient Greece. Mathematical methods started being applied widely for nature studying only in a XVII-th century with the occurrence of experimental natural science. Exploratory possibilities of the elementary mathematics of antiquity were circumscribed. Though it has reached mature theoretical level, but it studied only constants.

¹³ Philosophy of Science in Questions and Answers. Rostov on Don, 2006. Pp. 148–149.

Тема 5. Динамика науки как процесс порождения нового знания

1. Историческая изменчивость механизмов порождения нового знания
2. Формирование первичных теоретических моделей и законов
3. Процедуры обоснования теоретических знаний
4. Взаимосвязь логики открытия и логики обоснования
5. Становление развитой научной теории
6. Классический и неклассический варианты формирования теории
7. Проблемные ситуации в науке. Развитие оснований науки под влиянием новых теорий
8. Включение новых теоретических представлений в культуру

• Историческая изменчивость механизмов порождения нового знания

Фундаментальной характеристикой знания является его динамика, т. е. его рост, изменение, развитие и т. п. Эта идея была высказана еще в античной философии, а Г. Гегель сформулировал ее в тезисе – «истина есть процесс», а не «готовый результат».

Развитие знания – сложный диалектический процесс, имеющий определенные, качественно отличающиеся друг от друга этапы. Отечественные исследователи предлагают рассматривать его «как движение от мифа к логосу, от логоса к «преднауке», от «преднауки» к науке, от классической науки к неклассической и далее к постнеклассической и т. п., от незнания к знанию, от неглубокого неполного к более глубокому и совершенному знанию и т. д.»¹⁴

В исследованиях по истории науки обычно выделяют две стадии: первую называют стадией ее возникновения (преднаукой), а вторую – наукой в полном смысле слова (развитой наукой). Возникновение науки тесно связано с непосредственными потребностями материального производства и повседневной практики людей, когда первоначальные эмпирические понятия и представления стали постепенно приобретать общий и абстрактный характер. Первые теоретические понятия и системы были сформированы в рамках древнегреческой науки, но широко применяться для изучения природы математические методы начали только в XVII веке, с возникновением экспериментального естествознания.

¹⁴ Философия науки в вопросах и ответах. Ростов н/Д, 2006. С. 148–149.

Exact calculations adjoined to confidants. Therefore, this science could not be used for studying dependences between variables which were necessary for the research of such elementary form of locomotion as a mechanical movement of the terrestrial and celestial bodies. Therefore, the requirements of mechanics and astronomy in XVII-th century were satisfied by building mathematics of the variables, authors of which were I. Newton and G. Leibniz.

Synthesis of the new means of mathematical calculations with experimental methods of research marked the beginning of the classical science which overtopped prior to the beginning of the XX-th century. After the appearance of the theory of relativity and the quantum mechanics in the XX-th century, the nonclassical science started to form. At the end of the last century, the scientific world started talking about post-non-classical science. According to these periods of development of the science, it is possible to position approximately the basic stages of evolution of the science (in detail about it see topic 3).

- **Formation of primary theoretical models and laws**

The role of models in scientific and theoretical knowledge is quite big. They give a chance to present real objects and processes inaccessible to direct perception in the evident form: for example, models of atom and celestial bodies, models of brain of a person and so forth. Theoretical models reflect constitution, properties, and behavior of the real objects. Primary models act as the metaphors formed on the basis of supervision and keeping preliminary conclusions.

In the developed science at the first stage, theoretical schemas are created in the form of hypothetical models using the abstract objects formulated previously. The theoretical model has its own frame; besides, it comprises the possibility of incorporation of abstract objects from other areas of knowledge. So, for example, according to I. Lakatos, it is necessary to rank a hard core, a belt of protective hypotheses, positive and negative heuristics as the basic structural units. Forming primary theoretical models the position which was put forward by K. Popper is actual: "devise conjectures which have more empirical content than their predecessors"¹⁵.

¹⁵ Lakatos, I. The methodology of scientific research Programmes. Philosophical Papers. Volume I. Cambridge University Press. 2001. P. 47.

Исследовательские возможности элементарной математики античности были ограничены, хотя она и достигла зрелого теоретического уровня, но изучала лишь постоянные величины. Поэтому она не могла быть использована для изучения зависимостей между переменными величинами, которые были необходимы для исследования такой простейшей формы движения как механическое перемещение земных и небесных тел. Поэтому потребности механики и астрономии в XVII веке были удовлетворены созданием математики переменных величин, авторами которой стали И. Ньютон и Г. Лейбниц.

Синтез новых способов математических исчислений с экспериментальными методами исследования ознаменовал начало классической науки, которая господствовала до начала XX века. После создания теории относительности и квантовой механики в начале XX века начала формироваться неклассическая наука, а конце прошлого века научный мир заговорил о постнеклассической науке. Соответственно этим периодам развития науки, можно в общих чертах приблизительно установить основные стадии эволюции науки (подробно об этом см. тему 3).

• Формирование первичных теоретических моделей и законов

Роль моделей в научно-теоретическом познании достаточно велика. Они дают возможность представить в наглядной форме реальные объекты и процессы, недоступные для непосредственного восприятия: например, модели атома, небесных тел, мозга человека и пр. Теоретические модели отражают строение, свойства, поведение реальных объектов. Первичные модели выступают как метафоры, образованные на основе наблюдений и содержащие предварительные выводы.

В развитой науке теоретические схемы на первом этапе создаются в форме гипотетических моделей с использованием ранее сформулированных абстрактных объектов. Теоретическая модель имеет собственную структуру, кроме того, она содержит в себе возможность включения абстрактных объектов из других областей знания. Так, к примеру, по И. Лакатосу, к основным структурным единицам следует причислять жесткое ядро, пояс защитных гипотез, положительную и отрицательную эвристику. При формировании первичных теоретических моделей актуальным является положение, выдвинутое К. Поппером: «Выдвигай гипотезы, имеющие большее эмпирическое содержание, чем у предшествующих»¹⁶.

¹⁶ Gjgth R/ Kjubrf yfexyjuj bccktljdfybz/ V? 2004/ C/ 127/

The abstract objects appear as the theoretical foundations of a scientific model. They represent idealizations of the real objects; substitute any communications of the reality by itself. Essential influence on a choice of these objects renders scientific picture of the world which stimulates the research development, promotes definition of problems and means of their solution. Abstract theoretical constructs can have signs which correspond to the real objects or not.

The logic of formation of the primary theoretical models gives a new knowledge. In this process, there is a constructive modification of the observable reality, production of the new idealizations, construction of the special scientific objectness which does not exist in a ready kind, an integration of knowledge. The hypothetical model has a possibility of turning into the schema if it has received an experimental or empirical confirmation. In the beginning, theoretical schemas are introduced as hypothetical constructions which adapt subsequently for certain set of experiments and pass substantiation as an experience generalization.

After this, there is a stage of qualitative widening, model application to qualitative variety of things. And, at last, the stage of mathematical formulation in the form of equation or formula. It is the certificate of appearance of the law.

Thus, there is a sequence of formation of the primary theoretical models and laws:

- model;
- schema;
- qualitative and quantitative widening;
- mathematization;
- formulation of law.

At all stages of the scientific research there is an update of abstract objects and their theoretical schemas; a similar process is undergone by their quantitative mathematical formalizations. Besides, under the influence of mathematical tools theoretical schemas also can change, however, all these transformations take place in borders of the offered hypothetical model.

В качестве теоретических оснований («первокирпичиков») научной модели, выступают абстрактные объекты. Они представляют собой идеализации реальных объектов, замещают собой те или иные связи действительности. Существенное влияние на выбор этих объектов оказывает НКМ, которая стимулирует развитие исследования, способствует определению задач и способов их решения. Абстрактные теоретические конструкторы кроме признаков, которые соответствуют реальным объектам, могут иметь такие, которыми реальные объекты не обладают.

Логика формирования первичных теоретических моделей, дающих новое знание такова, что в этом процессе происходит конструктивное видоизменение наблюдаемой реальности, продуцирование новых идеализаций, создание особой научной предметности, не встречающейся в готовом виде, интеграция знаний. Гипотетическая модель имеет возможность превращения в схему в том случае, если она получила экспериментальное или эмпирическое подтверждение. Вначале теоретические схемы вводятся на правах гипотетических конструкций, которые впоследствии адаптируются к определенной совокупности экспериментов и проходят обоснование как обобщение опыта.

Вслед за этим следует этап качественного расширения, применения модели к качественному многообразию вещей. И, наконец, после этого – этап математического оформления в виде уравнения или формулы, что является свидетельством появления закона.

Таким образом, последовательность формирования первичных теоретических моделей и законов следующая:

- модель;
- схема;
- качественные и количественные расширения;
- математизация;
- формулировка закона.

На всех стадиях научного исследования происходит корректировка абстрактных объектов и их теоретических схем, аналогичный процесс претерпевают их количественные математические формализации. Кроме того, под воздействием математических средств теоретические схемы также могут видоизменяться, однако все эти трансформации имеют место в границах предлагаемой гипотетической модели.

- **Justification procedures of theoretical knowledge. Interrelation of logic of discovering and logic of justification**

Justification (substantiation) procedure is a significant component of scientific research which maintenance looks as leading (improvement) of the unknown to the known, the unfamiliar to the familiar. If the mechanism of a substantiation of scientific knowledge is to be considered in the general view, it can have two forms: 1) the form of analytical (splitting) procedures; 2) the form of generalizing (synthetic) procedures.

Analytical procedures give a chance to clear the details, the basic sides and laws of the studied phenomenon; to reveal a substantial potential which is available in an initial basis. Thus research is carried out within the limits of already certain area, within the object in view.

Generalizing (synthetic) procedures of justification allow the explorer to discover the communications and attitudes, to find essentially new maintenance which was not in separate elements.

The essential characteristic of substantiation is the support of general laws. Explanation of regularity (laws) is carried out on the basis of its leading (more) general regularity (law). A certain scheme of explanation is formed on this basis: explanandum is a description, the phenomenon characteristic, it should be logically deduced from the explanans (the logic requirement of adequacy); explanans is a class of sentences (statements) which are resulted for explanation of the phenomenon; it should be true and be proved true all available empirical data (the empirical requirement of adequacy).

In the question about the logic of scientific discovery there is a traditional point of view, according to which the development of the universal rules of creativity is an impracticable problem. It is impossible to prove rationally the largely spontaneous creative process. Any scientific institute works according to plan; however, discoveries are happen unexpectedly. In the logic of discovering intuition, inspirations, courageous guesses, randomness in positive sense of a word, diversity of cogitative courses occupy a big space.

In science, references to heuristics are much expanded. It frequently accompanies the discovery process. The heuristics enriches the explorer with variety of non-standard methods; introduces metaphorical modes; brings the explorer to libration within an inch of the real and the fantastic. Many outstanding scientists, in particular Niels Bohr, perceived that only thinking within an inch of the madness, the unreal and the impossible, and can discover something essentially new.

- **Процедуры обоснования теоретических знаний. Взаимосвязь логики открытия и логики обоснования**

Процедура обоснования является значимым компонентом научного исследования, содержание которого выглядит как сведение неизвестного к известному, незнакомого к знакомому. Если механизм обоснования научного знания рассматривать в самом общем виде, то он может иметь две формы: 1) форму аналитических (расчленяющих) процедур; 2) форму обобщающих (синтетических) процедур.

Аналитические процедуры дают возможность прояснить детали, основные стороны и закономерности изучаемого явления, выявить тот содержательный потенциал, который имеется в исходной основе. При этом исследование осуществляется в рамках уже определенной области, поставленной цели.

Обобщающие (синтетические) процедуры обоснования позволяют исследователю открыть связи, отношения, обнаружить принципиально новое содержание, которое отсутствовало в отдельных элементах.

Существенной характеристикой обоснования является опора на общие законы. Объяснение закономерности осуществляется на основе подведения ее под другую, более общую закономерность. На этой основе формируется определенная структура объяснения: экспланандум – это описание, характеристика явления, он должен быть логически выводим из эксплананса (логическое требование адекватности); эксплананс – класс предложений, которые приводятся для объяснения данного явления; он должен быть истинным и подтверждаться всеми имеющимися эмпирическими данными (эмпирическое требование адекватности).

В вопросе о логике научного открытия традиционной считается точка зрения, согласно которой разработка универсальных правил творчества – задача неосуществимая. Рационально обосновать во многом спонтанный творческий процесс невозможно. Всякий научный институт работает по плану, однако открытия случаются внезапно. В логике открытия большое место занимает интуиция, озарения, смелые догадки, хаотичность в позитивном смысле слова, разнообразие мыслительных ходов.

В науке широко распространены ссылки на эвристику, которая зачастую сопровождает процесс научного открытия. Эвристика обогащает исследователя многообразием нестандартных методов, вводит метафорические образы, подводит исследователя к балансированию на грани реального и фантастического. Многие выдающиеся ученые, в частности

The characteristic sign of logic of discovering is its interdisciplinary character. Scientific creativity is not simple search of the traditionally accepted and well-established approaches. Models of realization of search are individualized to a large extent, and they are intimately connected to a mental and motivational activity of the subject of knowledge, its mental installations. The talented scientist can look at formation «from a bird's-eye view», from a place allowing one to see everything, he has all his plans in the mind.

T. Leshkevich considers what it is difficult to speak about the logic of scientific discoveries, consisting in laws and formulas. But it is possible to talk about the models received at the analysis of the process of discovery. They are figuratively called the models: *the transformer, the sluice, the pot, the seed, the rocket, the springboard-barrier, the prism, the dry tree, the equal-arm balance*. These models in large measure differ from the formalized and standard methods of scientific research. However, the logic of discoveries does not assume the presence of stereotypes and regulations located in strict sequence and formulated in general terms. According to T. Leshkevich, it represents the sphere of surprise where the novelty accompanies an exploratory process, a choice of methods and search procedures, and its results¹⁷.

- **Becoming of the developed scientific theory**

Theory as the form of scientific knowledge pursues the aim of detection of laws, according to which the fragments of reality submit. Construction of scientific theory descends on the basis of concepts and categories, set of methods, methodological norms and principles, experimental data and generalization of facts.

Theory represents the area of reality, explains the various manifestations of reality, based on regularity (laws), and thereby it dilates available knowledge. The developed theory should comprise the data about causal, genetical, structural and functional interactions of reality. In a shape, a theory represents a system of consistent, logically interdependent statements.

¹⁷ Philosophy of Science in Questions and Answers. Rostov on Don, 2006. Pp. 168–169.

Н. Бор, понимали, что только мышление на грани безумия, нереального и невозможного способно открыть нечто принципиально новое.

Характерным признаком логики открытия является ее междисциплинарный характер. Научное творчество не является простым перебором традиционно принятых и устоявшихся подходов. Модели осуществления поиска во многом индивидуализированы, тесно связаны с психической и мотивационной деятельностью субъекта познания, его ментальными установками. Талантливый ученый способен взглянуть на создаваемое как бы «с высоты птичьего полета», он держит в своем уме весь его план, замысел.

Т.Г. Лешкевич считает, что говорить о собственно логике научного открытия, состоящей в законах и формулах, трудно, но достаточно убедительно можно говорить о моделях, полученных при анализе процесса научного открытия. Они образно именуются моделями *трансформатор, иллюз, сосуд, семя, ракета, трамплин-барьер, призма, сухое дерево, равноплечные рычажные весы*. Эти модели во многом отличаются от формализованных и стандартных приемов научного исследования. Однако логика открытий не предполагает наличие стереотипов и регламентаций, расположенных в строгой последовательности и сформулированных во всеобщем виде. Она представляет, по мнению Т.Г. Лешкевич сюрпризную сферу, где новизна сопровождает как сам исследовательский процесс, выбор методов и методик поиска, так и его результаты¹⁸.

• Становление развитой научной теории

Теория как форма научного знания преследует цель обнаружения закономерностей, которым подчиняется тот или иной фрагмент действительности. Построение научной теории происходит на основе базовых понятий и категорий, совокупности методов, методологических норм и принципов, данных экспериментов и обобщения фактов.

Теория репрезентирует (представляет) ту или иную область действительности, объясняет на основе найденной закономерности различные проявления этой действительности, тем самым расширяет имеющееся знание. Развитая теория должна содержать в себе данные о причинных, генетических, структурных и функциональных взаимодействиях реальности. По форме теория представляет собой систему непротиворечивых, логически взаимосвязанных утверждений.

¹⁸ Философия науки в вопросах и ответах. Ростов н/Д, 2006. С. 168–169.

The developed theory comprises a possibility of description, interpretation and explanation of newly emerging facts. Besides, it is positive-minded on offers to include the additional meta-theoretical constructions.

The developed theory contains the set of rules bound among themselves, and the mechanism of conceptual expansion of the intrinsic maintenance (the program of construction of knowledge) that allows speaking about its integrity.

The Russian explorer of science V. Stepin notices the fact that the developed scientific theories are created by a group of explorers in a modern world. There is a clearly expressed division of labor in these groups. This could be the result of the fact that modern science deals with the complex self-developing structure. Their studying demands efforts of scientists of different branches of knowledge, and interdisciplinary approaches. Expanded application of the method of mathematical hypothesis is also a characteristic of a modern science: theory construction begins with attempts to define its mathematical apparatus.

In construction of the developed scientific theory, language plays a big role – a mean of the objectified expression of the maintenance of science. Generally, the developed scientific theory operates with artificial languages. Language of physics and mathematics is considered as the most universal of them. Artificial languages of theory are created by terminologisation of natural language words, tracing foreign terms, formalization of language.

• Classical and nonclassical variants of formation of the theory

Historical variability is one of the characteristics of means of the theory construction, which could testify the development of scientific knowledge.

In *classical* science the ideal of deductively built theories dominated. According to this, the classical variant of formation of the developed theory assumes systems of the occluded phylum. An ideal of such theory is the Newton's physics. The theories constructed in a classical variant have a descriptive character and pursue the aim of ordering and systematization of empirical data. Similar theories are named "occluded", because they have a certain and circumscribed set of initial statements. Other statements should be received from initial statements by consistent path applying inference rules.

Развитая теория содержит в себе возможность описания, интерпретации и объяснения, вновь появляющихся фактов, кроме того, она позитивно настроена на предложения включить в себя дополнительные метатеоретические построения.

Развитая теория кроме совокупности связанных между собой положений содержит механизм концептуального развертывания внутреннего содержания (программу построения знания), что позволяет говорить о ее целостности.

Отечественный исследователь науки В.С. Степин отмечает тот факт, что в современных условиях развитые научные теории большой степени общности, как правило, создаются коллективом исследователей, в котором существует с достаточно отчетливо выраженное разделение труда. Это объясняется тем, что современная наука все чаще имеет дело со сложными саморазвивающимися системами, изучение которых требует усилий ученых разных отраслей знания, междисциплинарных подходов. Также для современной науки характерно расширенное применение метода математической гипотезы: построение теории начинают с попыток определить ее математический аппарат.

В построении развитой научной теории большую роль играет язык – способ объективированного выражения содержания науки. Как правило, развитая научная теория оперирует искусственными языками. Наиболее универсальными из них считаются язык физики и математики. Искусственные языки теории создаются посредством терминологизации слов естественного языка, калькирования терминов иноязычного происхождения, формализации языка.

• Классический и неклассический варианты формирования теории

Для способов построения теории характерна историческая изменчивость, что свидетельствует о развитии научного познания. В *классической* науке господствовал идеал дедуктивно построенных теорий. Соответственно классический вариант формирования развитой теории предполагает системы закрытого типа. Идеал такой теории – физика И. Ньютона. Теории, построенные в классическом варианте, носят описательный характер и преследуют цель упорядочивания и систематизации эмпирического материала. Подобные теории называют «закрытыми», поскольку они имеют определенный и ограниченный набор исходных утверждений, в то время как все остальные утверждения должны быть получены из исходных непротиворечивым путем посредством применения правил вывода.

The nonclassical variant of formation of the theory focuses on systems of the open phylum and some types of complex objects, as statistical, cybernetic, and self-developing structures. The key feature of development of modern theories according to V. Stepin consists in creating the "top floors", unlike classical specimens. It begins with searching of the mathematical apparatus. After that there is a search for theory equations. And then the stage of their interpretation and an empirical substantiation begins¹⁹. Modern methodologists show that various levels of the theoretical organization of knowledge are ambiguous. So, extrapolation (conduction) of methods of private model on all cases of the theoretical search is generally circumscribed. For this reason such extrapolation is not a universal procedure.

Besides, so-called linguistic turn is characteristic for a nonclassical stage of development of scientific-theoretical knowledge. This turn is bound to perfection of a language of science and is bound to translation of knowledge from the former language to the new one. In modern science, there is a problem of interrelation of the formal language structures and the reality; because the language of science is responsible for the logic ordering and compressed description of facts. Today, there is a tendency of transferring form, the usage of language of supervision and description to the usage of language of idealized concreteness.

It is important to emphasize that an occurrence of the new strategy of knowledge does not cancel the previous classical specimens. In a modified kind they can be replicated in modern theoretical search.

• Problem situations in science. Development of foundation of science under the influence of new theories

Problem situations fixate the contradiction between the old knowledge and the new one; when the old knowledge can not advance on the former foundation, and needs its detailed elaboration or substitution. These situations are the necessary stage of development of scientific knowledge; they play role of the starting mechanism in scientific research for the further researches. Appearance of the problem situations in science is an index of interference of exploration programs. They are called in question that induces to search for new means of entering reality in a scientific context.

¹⁹ Stepin V. Philosophy of Science. Common issues. M, 2007.

Неклассический вариант формирования теории ориентируется на открытые системы и такие разновидности сложных объектов, как статистические, кибернетические, саморазвивающиеся. Главная особенность развития современных теорий, по мнению В.С. Степина, заключается в том, что в отличие от классических образцов они начинают создаваться как бы с верхних этажей – с поисков математического аппарата – и лишь после того, как найдены уравнения теории, начинается этап их интерпретации и эмпирического обоснования²⁰. Современные методологи указывают, что различные уровни теоретической организации знания неоднозначны. Так, экстраполяция (перенос) методов частной модели на все случаи теоретического поиска, во многом ограничена и не является универсальной процедурой.

Кроме того, для неклассического этапа развития научно-теоретического знания характерен так называемый лингвистический поворот, который связан с совершенствованием научного языка и с переводом знаний с прежнего языка на новый. В современной науке остро стоит проблема соотношения формальных языковых конструкций и действительности, поскольку язык науки ответственен за логическое упорядочивание и сжатое описание фактов. Сегодня явно проявляется тенденция перехода от использования языка наблюдений и описания к языку идеализированной предметности.

Важно подчеркнуть, что возникновение новых стратегий познания не отменяет предшествующих классических образцов. Они могут в модифицированном виде воспроизводиться и в современном теоретическом поиске.

• **Проблемные ситуации в науке. Развитие оснований науки под влиянием новых теорий**

Проблемные ситуации фиксируют противоречие между старым и новым знанием, когда старое знание не может развиваться на своем прежнем основании, а нуждается в его детализации или замене, подобные ситуации являются необходимым этапом развития научного познания, играют в научном исследовании роль пускового механизма для дальнейших исследований. Появление проблемных ситуаций в науке является показателем столкновения исследовательских программ, они подвергаются сомнению, что побуждает искать новые способы вписывания реальности в научный контекст.

²⁰ Степин В.С. Философия науки. Общие проблемы. М., 2007.

Uncertainty and dissatisfaction with a present knowledge, doubts, and occurrence of contradictions between the new facts and the old methods of their explanation – this is an incomplete list of how the problem situation can prove itself. The result of escaping of problem situations is a search of cause-and-effect relationships which always take a predominant place in scientific research, and an institutionalization of new forms of organization of theoretical knowledge.

However, the problem situations can arise due to other reasons as well. For example, the study of complex self-developing structures demands a dilating of the exploratory arsenal from a scientist. It also requires taking into consideration besides cause-and-effect relationships some others: functional, target, correlation, system and other kinds of determinations. In this context, the global problem situation bounds to revision of its conceptualizations about a system determinism and involuntary causativity. It happens when the former conceptualizations about the world as about something stable, constant, and predicted are supplemented with such characteristics as instability, nonlinearity, uncertainty, randomness, stochastic property, and etc.

The other challenging situation in a modern science is a strain between rational and extra-rational forms of comprehension of the reality. The boundless belief in reason as the example of classical rationality remained in the past. Today there is more adequate position of the explorer, supposing harmonious interaction of a rational basis with intuition, coupling, metaphorical loan, etc.

• Incorporation of new theoretical representations in culture

The problem of incorporation of the new theoretical ideas into culture is associated with maintenance succession in development of person mental potential. Translation of the new theoretical ideas into culture descends on two channels: 1) objectivization, material embodiment and introduction of discoveries in production sphere; 2) incorporation of scientific knowledge in the sphere of education and training. Culture and science convergence descends on the basis of their general intentionality. This takes place for a creation of values in the field of human spirit, in spheres of art, economy, the law, and etc.

Неуверенность и неудовлетворенность наличным знанием, сомнения, возникновение противоречий между новыми фактами и старыми методами их объяснения – вот неполный перечень того, как может проявлять себя проблемная ситуация. Результатом выхода из проблемных ситуаций является поиск причинно-следственных отношений, которые всегда занимают доминирующее место в научном исследовании и конституирование новых форм организации теоретического знания.

Однако проблемные ситуации могут возникать и по другим причинам. К примеру, изучение современной наукой сложных саморазвивающихся объектов требует от ученого расширения своего исследовательского арсенала, он должен принимать в расчет помимо причинно-следственных связей и другие: функциональные, целевые, корреляционные, системные и другие виды детерминаций. В этом контексте требует своего осмысления глобальная проблемная ситуация, связанная с пересмотром представлений о системном детерминизме и принудительной каузальности, когда прежние представления о мире как о чем-то стабильном, постоянном, предсказуемом дополняются такими характеристиками как нестабильность, нелинейность, неопределенность, стохастичность и т. д.

Другая, не менее масштабная проблемная ситуация в современной науке – это имеющее место напряжение между рациональными и внерациональными формами постижения действительности. Безграничная вера в силу разума как образец классической рациональности осталась в прошлом. Более адекватной сегодня является позиция исследователя, допускающая гармоничное взаимодействие рационального начала с интуицией, ассоциированием, метафорическим заимствованием и т. п.

• Включение новых теоретических представлений в культуру

Проблема включения новых теоретических представлений в культуру связана с обеспечением приемственности в развитии интеллектуального потенциала человека. Трансляция новых теоретических представлений в культуру происходит по двум каналам: 1) объективация, материальное воплощение и внедрение научных открытий в сферу производства; 2) включение научных знаний в сферу обихода, практику воспитания, обучения. Сближение культуры и науки происходит на основе их общей интенциональности на созидание ценностей в области человеческого духа, в сферах искусства, экономики, права и т. д.

New theoretical ideas are capable to transform cultural stereotypes, to make changes in culture system. Science microcontext is the science dependence on characteristics of scientific community working in conditions of a certain historical epoch, cultural sphere; science macrocontext is the dependence on features of economic development, political, ideological conditions, and attitudes with power structures influence on a process of incorporation of new theoretical ideas in culture.

Besides, the tendency to string along with science innovations invariably, to apply and propagand they widely bear to the serious ethical aspect of a problem of incorporation of theoretical innovations and ideas in culture. It is bound to a sober assessment of all advantages and potential risks which are involved by this sort of tendency.

A degree of convergence of scientific innovations and culture frequently acts as a criterion, which gives rating of development of any country.

Key terms

The problem situation in science is a necessary stage of development of the scientific knowledge that fixates the contradiction between the old and the new knowledge when the old knowledge cannot develop on the former establishment and needs its detailed elaboration or changing.

Heuristic techniques and methods are the means of search thinking which cannot be precisely described by analytical ways; their main purpose consists in promoting the search of true.

Questions

- ? What are the primary theoretical models and laws?
- ? How does the formation of the advanced scientific theory happen?
- ? Please, tell about the rational and non-rational ways of understanding the reality.

Новые теоретические представления способны трансформировать культурные стереотипы, внести в культуру системные изменения. На процесс включения новых теоретических представлений в культуру влияют: микроконтекст науки – зависимость науки от характеристик научного сообщества, работающего в условиях определенной исторической эпохи, культурной среды; макроконтекст науки – зависимость от особенностей экономического развития, политических, идеологических условий, отношений с властными структурами.

Кроме того, стремление неизменно следовать новациям науки, широко применять и пропагандировать их, рождает серьезный этический аспект проблемы включения теоретических новаций и представлений в культуру. Он связан с трезвой оценкой всех преимуществ и потенциальных рисков, которые влечет за собой подобного рода стремление.

Степень сближения научных инноваций и культуры зачастую выступает тем критерием, на основании которого дается оценка уровню развития той или иной страны.

Основные понятия

Проблемная ситуация в науке – необходимый этап развития научного познания, фиксирующий противоречие между старым и новым знанием, когда старое знание не может развиваться на своем прежнем основании и нуждается в его детализации или замене.

Эвристические приемы и методы – способы поискового мышления, которые не могут быть точно описаны аналитическими средствами; их главное назначение состоит в том, чтобы способствовать поиску истины.

Контрольные вопросы

- ? Что такое первичные теоретические модели и законы, каковы они?
- ? Как происходит становление развитой научной теории?
- ? Расскажите о рациональных и внерациональных формах постижения действительности.

Topic 6. Scientific traditions and scientific revolutions. Historical types of scientific rationality

1. Interaction of traditions and emergence of new knowledge
2. Typology of scientific revolutions
3. Internal and external mechanisms of scientific revolutions
4. Global revolutions and process of historical change of types of scientific rationality

• Interaction of traditions and emergence of new knowledge

Development of science assumes dialectic interrelation of two bases: invariant (constantly remaining) and variable.

The scientific tradition is an invariant basis, innovations is a variable basis. The scientific tradition is a system of the commonly accepted knowledge, norms and ideals of scientific knowledge. It can be considered as the agreement between members of scientific community which assigns to knowledge fragments, knowledge methods the status of scientific character. By means of tradition the science keeps and reproduces the reached level of skills.

At the same time development of scientific knowledge has innovative character.

Innovations can't arise in itself. They are based on the reached knowledge which is protected by tradition. Opposition of traditional and new knowledge in science is natural and productive.

The criticism of tradition leads to emergence of new knowledge. The critical and reflexive attitude towards tradition is a necessary condition of the birth of new knowledge.

One of founders of quantum physics W. Heisenberg analyzed influence of traditions on the choice of problems, methodologies, scientific concepts. He wanted to receive the answer to a question: as far as the scientist is free in the choice of these components of scientific work? This is his answer: concepts as the main working tools of science are borrowed from the previous tradition and define (determine) vision of the world by the scientist.

The tradition, eventually, predetermines the choice of a scientific method. For example, since Antiquity, the science more than two thousand years followed Aristotle's method. Since the XVII-th century ideas of I. Newton, G. Galileo, and N. Copernicus became a basis of the scientific method. The essence of their method consists in consideration of the natural phenomena as ideal objects, carrying out experiments, which give the chance a mathematical verification (check).

Тема 6. Научные традиции и научные революции. Исторические типы научной рациональности

1. Взаимодействие традиций и возникновение нового знания
2. Типология научных революций
3. Внутренние и внешние механизмы научных революций
4. Глобальные революции и процесс исторической смены типов научной рациональности

• Взаимодействие традиций и возникновение нового знания

Развитие науки предполагает диалектическую взаимосвязь двух основ: инвариантной (постоянно сохраняющейся) и вариативной. Научная традиция – это инвариантное основание, новации – это вариативное основание. Научная традиция – это система общепринятых знаний, норм и идеалов научного познания.

Ее можно рассматривать как соглашение между членами научного сообщества, которое закрепляет за фрагментами знания, методами познания статус научности. Посредством традиции наука сохраняет и воспроизводит достигнутый уровень умений и навыков. В то же время развитие научного знания носит инновационный характер. Новации не могут возникать сами по себе. Они базируются на достигнутом знании, которое защищено традицией. Противостояние традиционного и нового знания в науке является естественным и продуктивным. Критика традиции приводит к появлению нового знания. Критическое и рефлексивное отношение к традиции является необходимым условием рождения нового знания. Один из основателей квантовой физики В. Гейзенберг анализировал влияние традиций на выбор проблем, методологий, научных понятий. Он хотел получить ответ на вопрос: насколько ученый свободен в выборе этих компонентов научной работы? Его ответ был таким: понятия, как основные рабочие инструменты науки заимствуются из предшествующей традиции и определяют видение мира ученым.

Традиция, в конечном счете, предопределяет выбор научного метода. Например, начиная с Античности, наука более двух тысяч лет следовала методу Аристотеля. С XVII века идеи И. Ньютона, Г. Галилея, Н. Коперника стали основой научного метода. Суть их метода заключается в рассмотрении

Thus, the scientific tradition is "the generating matrix" of scientific thinking which provides generation of scientific innovations and at the same time limits freedom of the scientist.

• **Typology of scientific revolutions**

The history of science shows that its development happens unevenly. The periods of quiet development of science (of the scientific direction) come to an end sooner or later. Theories which long time were considered true can't explain the new facts now. They lose the explanatory and predictive force. The further direction of development of science is defined by scientific revolution. According to Thomas T. Kuhn's definition, scientific revolution is a phase in historical development of science, it means jump in gradual, paradigmatic development of science. The Russian scientist V. Stepin considers that scientific revolutions are divided into three types:

1. Global revolutions. They change the dominating scientific picture of the world, ideals and norms of science, the philosophical bases of scientific knowledge.
2. Local revolutions. They are connected with reorganization of a picture of reality, but essential changes of the developed ideals and norms of science, her philosophical bases don't occur.
3. Mini-revolutions. They change the contents of separate branches of knowledge.

• **Internal and external mechanisms of scientific revolutions**

Let's look at how scientific revolutions occur. V. Stepin believes that scientific revolutions are made through change of the bases of science and allocates two ways of these changes:

1. Due to development of knowledge within a particular discipline. In this case there are new types of objects and there is a need of change of the bases of this scientific discipline.
2. Due to interdisciplinary connections, in this case, there is a "inoculation" of paradigmatic units of one science to another.

As a result of paradigm "inoculation" standards, norms, representations of one scientific discipline are transferred to content. For example, "transfer" of the ideas of atomism from physics into chemistry.

природных явлений, как идеальных объектов, проведение экспериментов, которые дают возможность математической проверки.

Таким образом, научная традиция – это «порождающая матрица» научного мышления, которая обеспечивает генерацию научных новаций и одновременно ограничивает свободу ученого.

• Типология научных революций

История науки показывает, что ее развитие происходит неравномерно. Периоды спокойного развития науки (научного направления) рано или поздно заканчиваются. Теории, которые долгое время считались истинными, теперь не могут объяснить новые факты. Они теряют свою объяснительную и предсказательную силу.

Дальнейшее направление развития науки определяет научная революция. Согласно определению Т. Куна, научная революция – это фаза в историческом развитии науки, она означает скачок в постепенном, парадигмальном развитии науки. Российский ученый В.С. Степин считает, что научные революции делятся на три типа:

1. Глобальные революции. Они меняют господствующую научную картину мира, идеалы и нормы науки, философские основания научного познания.

2. Локальные революции. Они связаны с перестройкой картины реальности, но существенных изменений сложившихся идеалов и норм науки, ее философских оснований не происходит.

3. Мини-революции. Они изменяют содержание отдельных отраслей знания.

• Внутренние и внешние механизмы научных революций

Давайте посмотрим на то, как происходят научные революции. В.С. Степин полагает, что научные революции совершаются через изменение оснований науки и выделяет два пути этих изменений:

1. За счет развития знаний внутри конкретной научной дисциплины. В этом случае появляются новые типы объектов, и возникает необходимость изменения оснований данной научной дисциплины.

2. За счет междисциплинарных связей, «прививки» парадигмальных установок одной науки на другую.

В результате парадигмальной «прививки» стандарты, нормы, представления одной научной дисциплины переносятся в содержание другой. Например, «трансфер» идей атомизма из физики в химию.

Other example. Transferring of the idea of self-organization from cybernetics into modern physics. It promoted development of the ideas of synergetics and thermodynamics of nonequilibrium systems. In modern science there are methodological transfers from natural sciences in social and human sciences.

Let's consider how there is a reorganization of the bases of science. This process begins with accumulation of the facts which the existing theory can't explain. There are paradoxes which can't be resolved within the dominating scientific tradition. For example, mechanistic science could not explain the evolutionary ideas. For this purpose radical revision of a classical (mechanistic) scientific paradigm was required.

In such dramatic situations the role of philosophical reflection, which helps to reconsider the prevailing view of the world.

Philosophical discourse is able to consider a scientific problem in a new way and to mark new horizons of research.

Consequently, the philosophical and methodological analysis is a necessary condition of restructuring of a scientific picture of the world at a stage of scientific revolution.

In this case concerning scientific knowledge philosophy implements two functions.

- 1) Reflexive and critical. Philosophy considers basic concepts and principles of science in the context of historical change.

- 2) Projective and heuristic which helps to formulate new ideas and suggest new bases of a research.

Development of scientific revolutions is determined by socio-cultural factors.

Reorganization of the bases of science necessarily correlated with values and worldview of the relevant historical period.

At the stage of the scientific revolution, there are several ways of development of knowledge, but in reality, only one can be realized. This fact testifies to the non-linearity of the growth of scientific knowledge.

During this period the culture as if selects from several possible vectors those which correspond to its fundamental values and world outlook structures better. However this choice cannot be predicted as it is strictly not determined.

Другой пример. Перенесение идеи самоорганизации из кибернетики в современную физику. Это способствовало развитию идей синергетики и термодинамики неравновесных систем. В современной науке существуют методологические переносы из естествознания в социальные и гуманитарные науки.

Давайте рассмотрим, как происходит перестройка оснований науки. Этот процесс начинается с накопления фактов, которые не может объяснить существующая теория. Появляются парадоксы, которые невозможно разрешить в рамках господствующей научной традиции. Например, механистическое естествознание не могло объяснить эволюционные идеи. Для этого потребовался коренной пересмотр классической (механистической) научной парадигмы.

В подобных драматических ситуациях актуализируется роль философской рефлексии, которая помогает пересмотреть господствующую картину мира. Философский дискурс способен по-новому осветить научную проблему и наметить новые горизонты исследования. Следовательно, философско-методологический анализ является необходимым условием перестройки научной картины мира на этапе научной революции. В этом случае в отношении научного знания философия реализует две функции.

1) Рефлексивно-критическая. Философия рассматривает базовые понятия и принципы науки в контексте исторического изменения.

2) Проективно-эвристическая, которая помогает формулировать новые идеи, предлагать новые основания исследования.

Развитие научных революций детерминировано социально-культурными факторами. Перестройка оснований науки непременно коррелируется с ценностями и мировоззрением соответствующей исторической эпохи. На этапе научной революции существует несколько путей развития знания, но в действительности может реализоваться только один. Это обстоятельство свидетельствует о нелинейности роста научного знания. Научные революции – это точки бифуркации в развитии знаний. В этот период культура как бы отбирает из нескольких возможных векторов те, которые лучше соответствуют ее фундаментальным ценностям и мировоззренческим структурам. Однако этот выбор невозможно прогнозировать, так как он жестко не детерминирован.

- **Global revolutions and process of historical change of types of scientific rationality**

The concept "rationality" is not identical to the concept "scientific character".

Any scientific knowledge is rational, but not any rational knowledge is scientific. So, for example, the content of most legal doctrines, many philosophical systems is rational, but not scientific.

Rationality is a universal characteristic of concrete type of culture. Rationality in general (universal rationality) is shown in separate kinds of activity. In such cases we deal with local rationality (economic, political, communicative, etc.).

Scientific knowledge represents a local (scientific) form of rationality. Let's call its properties: existence of an empirical or theoretical subject, orderliness, unambiguity, accuracy, substantiality, verifiability, ability to a self-reflection.

Universal rationality changed throughout human history. The same can be said of scientific rationality. It is accepted to speak about historical types of scientific rationality. Researchers have no consensus concerning their quantity. For example, allocate such types as antique, medieval, modern (new) European, modern. We will be guided by the scheme of V. Stepin, who allocates three types of scientific rationality: classical, nonclassical, post-nonclassical.

The classical type of scientific rationality was created as a result of two global scientific revolutions. It existed from XVII-th until the end of the XIX-th century and has been based on Newton's mechanics. The first revolution has led to formation of classical natural science, it happened in the XVII-th century.

The second global revolution marked transition to a new condition of science. It took place at the end of XVIII-th – the first half of the XIX-th century.

As a result, science began to be structured on separate disciplines.

Let's consider the main features of classical rationality.

1) The theoretical image of the world is a set of material objects which change in infinite absolute three-dimensional space and absolute time. These changes have linear character (there is strict unambiguous determination in system the past-present-future).

- **Глобальные революции и процесс исторической смены типов научной рациональности**

Понятие «рациональность» не тождественно понятию «научность». Всякое научное знание рационально, но не всякое рациональное знание научно. Так, например, содержание большинства правовых учений, многих философских систем является рациональным, но не научным. Рациональность – это универсальная характеристика конкретного типа культуры. Рациональность вообще (универсальная рациональность) проявляется в отдельных видах деятельности. В таких случаях мы имеем дело с локальной рациональностью (экономической, политической, коммуникативной и т. д.).

Научное познание представляет собой локальную (научную) форму рациональности. Назовем ее свойства: наличие эмпирического или теоретического предмета, упорядоченность, однозначность, точность, доказательность, проверяемость, способность к саморефлексии. Универсальная рациональность изменялась на протяжении человеческой истории. То же самое можно сказать и о научной рациональности. Принято говорить об исторических типах научной рациональности. Исследователи не имеют единого мнения относительно их количества. К примеру, выделяют такие типы как античный, средневековый, новоевропейский, современный. Мы будем ориентироваться на схему В. Степина, который выделяет три типа научной рациональности: классический, неклассический, постнеклассический.

Классический тип научной рациональности сформировался в результате двух глобальных научных революций. Он существовал с XVII до конца XIX века и был основан на механике И. Ньютона. Первая революция привела к формированию классического естествознания, это произошло в XVII веке. Вторая глобальная революция ознаменовала переход к новому состоянию естествознания. Она произошла в конце XVIII – первой половине XIX века. В результате наука стала структурироваться по отдельным дисциплинам. Давайте рассмотрим *основные черты классической рациональности*.

1) Теоретический образ мира – это совокупность материальных объектов, которые изменяются в бесконечном абсолютном трехмерном пространстве и абсолютном времени. Эти изменения имеют линейный характер (существует жесткая однозначная детерминация в системе прошлое-настоящее-будущее).

2) Objectivity of knowledge. Exception of the content of knowledge of any lines of subjectivity.

3) Fundamentalism. According to this principle, science has an exceptional ability to discover the authentic foundation of existence of nature.

4) Reductive methodology. Simplification of complex phenomena, their research by means of likening to simple phenomena.

5) Social impartiality of scientific knowledge, their independence from the social, cultural, historical factors.

The third global scientific revolution has been associated with the emergence of non-classical science. This revolution took place from the end of XIX-th to the middle of the XX-th century. Let's list the main events, which have created nonclassical rationality. Emergence of quantum mechanics, special and general theory of relativity, relativistic cosmology.

The main features of non-classical rationality:

1) Consideration of an object of knowledge of a direct connection with means of cognitive activity. Results of a research depend on means and methods which are used by the scientist.

2) Systemic nature. Object of cognition is considered as complex system. Properties of system aren't identical to the sum of properties of its separate parts.

3) New determinism which combines traditional causality with factors of random character.

4) The principle of complementarity, which helps to explain contradictory essence of an object.

5) Refusal of fundamentalism. Recognition that any theory is relative.

6) Recognition of a basic role of randomness, probability at the description of development of system.

7) The defining value of statistical regularities which describe a condition of an object as probabilistic.

Currently science base undergo new radical changes. They can be qualified as the fourth global scientific revolution, which leads to emergence of post-nonclassical science and post-nonclassical rationality.

There is dialectic continuity between successive types of scientific rationality.

2) Объективность знания. Исключение из содержания знания любых черт субъектности.

3) Фундаментализм. Согласно этому принципу, наука обладает исключительной способностью обнаружить подлинные основания бытия природы.

4) Редукционистская методология. Упрощение сложных феноменов, исследование их посредством уподобления простым феноменам.

5) Социальная беспристрастность научных знаний, их независимость от социальных, культурных, исторических факторов.

Третья глобальная научная революция была связана с появлением неклассического естествознания. Эта революция происходила с конца XIX до середины XX века. Давайте перечислим основные события, которые сформировали неклассическую рациональность. Возникновение квантовой механики, специальной и общей теории относительности, релятивистской космологии.

Основные черты неклассической рациональности:

1) Рассмотрение объекта познания в непосредственной связи со средствами познавательной деятельности. Результаты исследования зависят от средств, методов, которые использует ученый.

2) Системность. Объект познания рассматривается как сложная система. Свойства системы не тождественны сумме свойств отдельных ее частей.

3) Новый детерминизм, который сочетает в себе традиционную причинность с факторами случайного характера.

4) Принцип комплиментарности, который помогает объяснять противоречивую сущность объекта.

5) Отказ от фундаментализма. Признание того, что любая теория является относительной.

6) Признание принципиальной роли случайности, вероятности при описании развития системы.

7) Определяющее значение статистических закономерностей, которые описывают состояние объекта как вероятностное.

В настоящее время основания науки претерпевают новые радикальные изменения. Их можно квалифицировать как четвертую глобальную научную революцию, которая ведет к возникновению постнеклассической науки и постнеклассической рациональности. Существует диалектическая преемственность между сменяющимися друг друга типами научной рациональности. К примеру, принципы неклассической научной рациональности не отрицали принципы классической науки. Они

For example, the principles of non-classical scientific rationality did not deny the principles of classical science. They significantly limited the field of their application. Until now large number of research tasks (mainly from the area of a microcosm) is quite well solved by means of classical science.

Also, there is continuity between non-classical and post-nonclassical rationality.

Key terms

Scientific revolution is a phase in historical development of science, it means jump in gradual, paradigmatic development of science.

Scientific rationality is the type of rationality having such features as an orientation on an object (empirical or theoretical), orderliness, unambiguity, accuracy, substantiality, and ability to a self-reflection.

Scientific tradition is a system of the canonized, commonly accepted knowledge, norms, and ideals of scientific knowledge.

Nonlinearity (world outlook sense) is diversity of ways of evolution, irreversibility of evolutionary processes, and impossibility of an exact prediction of future condition.

Questions

? Give examples which demonstrate the succession between various historical types of rationality.

? How scientific tradition influences freedom of the scientist?

? Explain a difference between universal rationality and scientific rationality.

существенно ограничили область их применения. До сих пор большое количество исследовательских задач (преимущественно из области микромира) вполне удовлетворительно решают средствами классического естествознания.

Также существует преемственность между неклассической и постнеклассической рациональностью.

Основные понятия

Научная революция – это фаза в историческом развитии науки, она означает скачок в постепенном, парадигмальном развитии науки.

Научная рациональность – это тип рациональности, обладающий такими чертами как направленность на объект (эмпирический или теоретический), упорядоченность, однозначность, точность, доказательность, способность к саморефлексии.

Научная традиция – это система канонизированных, общепринятых знаний, норм, идеалов научного познания.

Нелинейность (мировоззренческий смысл) – многовариантность путей эволюции, необратимость эволюционных процессов, невозможность точного предсказания будущего состояния.

Контрольные вопросы

? Приведите примеры, которые демонстрируют преемственность между разными историческими типами рациональности.

? Каким образом научная традиция влияет на свободу ученого?

? Объясните разницу между универсальной рациональностью и научной рациональностью.

Topic 7. Features of the present stage of development of science.

Prospects of scientific progress

1. Main characteristics of modern post-nonclassical science
2. Global evolutionism as synthesis of evolutionary and systemic approaches
3. Expansion of an ethos of science. New ethical challenges of science at the end of XX-th – the beginning of the XXI-th centuries
4. A problem of humanitarian control in science and high technologies
5. Environmental (ecological) ethics and its philosophical bases
6. Scientism and anti-scientism
7. Science and parascience
8. Global crisis and search of new types of civilization development

• Main characteristics of modern post-nonclassical science

1. Formation of a complete, global view of the world. Priority development of interdisciplinary and problem-oriented researches.

2. Emergence and formation of historically developing and self-regulating systems, which are objects of modern research. Human activity is included in these systems.

3. A person becomes the backbone basis of a modern picture of the world. The purposes and values of the person in an obvious form begin to enter the subject maintenance of an object of a research.

4. Formation of the synergy – the theory of self-organization as the core of the postnonclassical scientific paradigm. Synergetics studies the open, non-linear, non-equilibrium systems.

5. Enrichment of the concept "rationality" new meanings (intuitivism, heuristics, convenience, optimality, efficiency).

6. The science is considered as an integral part of cultural and public life which actively interacts with other spheres of culture.

7. Formation of the idea of moral responsibility of the scientist for results of scientific knowledge.

Тема 7. Особенности современного этапа развития науки. Перспективы научного прогресса

1. Главные характеристики современной постнекласической науки
2. Глобальный эволюционизм как синтез эволюционного и системного подходов
3. Расширение этоса науки. Новые этические проблемы науки в конце XX – начале XXI века
4. Проблема гуманитарного контроля в науке и высоких технологиях
5. Экологическая этика и ее философские основания
6. Сциентизм и антисциентизм
7. Наука и паранаука
8. Глобальный кризис и поиск новых типов цивилизационного развития

• Главные характеристики современной постнеклассической науки

1. Утверждение целостного, глобального взгляда на мир. Приоритетное развитие междисциплинарных и проблемно-ориентированных исследований.
2. Возникновение и становление исторически развивающихся и саморегулирующихся систем, которые являются объектами современных исследований. Человеческая деятельность включена в эти системы.
3. Человек становится системообразующим основанием современной картины мира. Цели и ценности человека в явной форме начинают входить в предметное содержание объекта исследования.
4. Становление синергетики – теории самоорганизации в качестве ядра постнеклассической научной парадигмы. Синергетика изучает открытые, нелинейные, неравновесные системы.
5. Обогащение понятия «рациональность» новыми смыслами (интуитивность, эвристичность, удобство, оптимальность, эффективность).
6. Наука рассматривается как неотъемлемая часть культурной и общественной жизни, которая активно взаимодействует с другими сферами культуры.
7. Утверждение идеи моральной ответственности ученого за результаты научного познания.

- **Global evolutionism as synthesis of evolutionary and system approaches**

The principle of a global evolutionism means that universal matter can't exist out of development in general and in its separate parts. Evolutionary ideas about the nature have appeared in science of the XIX-th century. It was promoted by researches in classical electrodynamics (M. Faraday, J. Maxwell), in geology.

Three great discoveries gave the most powerful impulse to development of evolutionary ideas: cellular theory (M. Shleiden, T. Shwann), the law of conservation and transformation of energy (Y. Mayer, J. Joule, E. Lenz), evolutionary theory of Charles Darwin. However, the classical science continued to adhere to anti-evolutionary positions.

As a result of discovery of not stationarity (expansion) of the Universe and creation of the theory of the Big Bang at the beginning of the XX-th century the situation changed. At first the idea of evolution began to dominate in astrophysics, cosmology. Gradually the evolutionism began to get into other fields of natural sciences. For example, in chemistry the theory of the Big Bang pointed the historical sequence of emergence in the Universe of various chemical elements. In geology the idea of evolution was a basis of the concept of drift of continents. The biogeochemistry, ecology, anthropology initially were based on the evolutionary principles.

In the XIX-th century G. Spencer made an attempt of transfer of the evolutionary ideas in sociology. Further, first of all under the influence of the ideas of the German classical philosophy, the idea of development in the form of the principle of historicism has been transferred to the sphere of studying of the person and society.

Currently the global evolutionism exists in the form of the concept of Big (Universal) History. According to this concept formation and development of nature, human and society it is a unified evolutionary process.

In the XX-th century of the idea of a global evolutionism were organically connected to the theory of self-organization (synergetics).

Synergetics most adequately describes modern evolutionary processes. By means of these categories, it most fully reflects the modern idea of evolutionary development. In synergetics the concept "evolution" gained probabilistic character and multiple orientations. In this case the evolutionary scenario does not come down only to relationships of cause and effect, but includes functional, target, system types of determination.

- **Глобальный эволюционизм как синтез эволюционного и системного подходов**

Принцип глобального эволюционизма означает, что универсальная материя не может существовать вне развития в целом и в отдельных ее частях. Эволюционные представления о природе появились в науке XIX века. Этому способствовали исследования в классической электродинамике (М. Фарадей, Дж. Максвелл), в геологии (Ч. Лайель), в биологии (Ж.Б. Ламарк и Ж. Кювье).

Три великих открытия дали наиболее мощный импульс развитию эволюционных идей: клеточная теория (М. Шлейден, Т. Шванн), закон сохранения и превращения энергии (Ю. Майер, Д. Джоуль, Э. Ленц), эволюционная теория Ч. Дарвина. Однако классическое естествознание продолжало придерживаться антиэволюционных позиций. В результате открытия нестационарности (расширения) Вселенной и создания теории Большого взрыва в начале XX века ситуация изменилась. Сначала идея эволюции стала доминировать в астрофизике, космологии. Постепенно эволюционизм стал проникать в другие области естествознания. Например, в химии теория Большого взрыва указала на историческую последовательность появления во Вселенной различных химических элементов. В геологии идея эволюции явилась основой концепции дрейфа континентов. Биогеохимия, экология, антропология изначально основывались на эволюционных принципах.

В XIX веке Г. Спенсер предпринял попытку переноса эволюционных идей в социологию. В дальнейшем, в первую очередь под влиянием идей немецкой классической философии, идея развития в форме принципа историзма была перенесена в сферу изучения человека и общества. В настоящее время глобальный эволюционизм представлен концепцией Большой (универсальной) истории. Согласно этой концепции становление и развитие природы, человека и общества является единым эволюционным процессом. В XX веке идеи глобального эволюционизма были органично соединены с теорией самоорганизации (синергетикой). Синергетика наиболее адекватно описывает современные эволюционные процессы. Посредством этих категорий она наиболее полно отражает современную идею эволюционного развития. В синергетике понятие «эволюция» приобрело вероятностный характер и множественную направленность. В этом случае эволюционный сценарий не сводится только к причинно-следственным связям, но включает функциональные, целевые, системные виды детерминации. Синергетика исследует универсальные принципы струк-

Synergetics explores the universal principles of structural evolutionary changes (transitions from instability to stability and vice versa). Synergetics opened mechanisms of transformation of instability to stability. It proved inevitability of similar transformations.

The material world represents a continuous circulation of stability and instability. One branch of evolution of the nature is an increase of stability; another is an increase of instability. Instability gives material for formation of stability. These contrasts feed and generate each other. According to synergetics the world appears not only as substance, but also is defined by a shaping, formation, self-development.

- **Expansion of an ethos of science. New ethical challenges of science at the end of XX-th – the beginning of the XXI-th centuries**

Scientific ethos is a set of internal values of scientific community which have the status of moral standards.

Scientific ethos is designed to provide effective regulation of relationship between members of scientific community, and also between science, society and the state.

The founder of sociology of science R. Merton considered that the science leans on four valuable imperatives: universalism, collectivism, disinterestedness, organized scepticism.

Later B. Baber added two principles to this list: rationalism and emotional neutrality.

The imperative of universalism provides the objective (intersubjective) nature of scientific knowledge, which is checked in exclusively standard scientific ways.

The imperative of a collectivism means that results of scientific knowledge are collective property of all scientific community and society in general. These results are fruits of collective scientific creativity as each researcher uses results of the predecessors and contemporaries for the researches.

The imperative of disinterestedness demands to subordinate activity of scientists of the only purpose – to service to the Truth. Other motives of scientific activity have to be excluded (self-interest, material enrichment, aspiration to glory, aspiration to the power, etc.).

турных эволюционных изменений (переходы от неустойчивости к устойчивости и наоборот).

Синергетика вскрыла механизмы преобразования неустойчивости в устойчивость. Она доказала неизбежность подобных преобразований.

Материальный мир представляет собой непрерывный кругооборот устойчивости и неустойчивости. Одна ветвь эволюции природы – это нарастание устойчивости, другая – это возрастание неустойчивости.

Именно неустойчивость дает материал для образования устойчивости. Эти противоположности подпитывают и порождают друг друга. Согласно синергетике мир предстает не только как субстанция, но также определяется через формообразование, становление, саморазвитие.

• **Расширение этоса науки. Новые этические проблемы науки в конце XX – начале XXI века**

Научный этос – это набор внутренних ценностей научного сообщества, которые имеют статус моральных норм.

Научный этос призван обеспечивать эффективное регулирование взаимоотношений между членами научного сообщества, а также между наукой, обществом и государством.

Основоположник социологии науки Р. Мертон считал, что наука опирается на четыре ценностных императива: универсализм, коллективизм, бескорыстность, организованный скептицизм. Позднее Б. Бабер добавил к этому списку два принципа: рационализм и эмоциональная нейтральность.

Императив универсализма обеспечивает объективный (интерсубъективный) характер научного знания, которое проверяется исключительно общепринятыми научными способами.

Императив коллективизма означает, что результаты научного познания являются коллективной собственностью всего научного сообщества и общества в целом. Эти результаты являются плодами коллективного научного творчества, поскольку каждый исследователь использует результаты своих предшественников и современников для своих исследований.

Императив бескорыстности требует подчинить деятельность ученых единственной цели – служению Истине. Другие мотивы научной деятельности должны быть исключены (корысть, материальное обогащение, стремление к славе, стремление к власти и т. п.).

The imperative of organized scepticism demands that the scientist critically treated results of activity of the colleagues and at the same time tolerantly perceived of them criticism. At the same time the criticism has to have business character and exclude personal attacks.

The imperative of rationalism means that the logical discourse is the main instrument of getting of an objective truth.

According to an imperative of emotional neutrality people of science shouldn't appeal to the emotional and sensual sphere of consciousness at the solution of scientific problems.

"Merton's list" it is rather an ideal of a scientific ethos, but not the real characteristic of behavior of the scientist. Actually scientists constantly are in a condition of the choice between polar behavioral imperatives.

Traditionally, until the middle of the last century, the ethos of science was built on the idea of a neutral, impartial knowledge. There was a belief that the scientist should not estimate results of his activity and a possibility of their use from a morality position. The scientist has to get true knowledge, research, and politicians, businessmen; military defines ways of practical realization of this knowledge.

Events of the XX-th century (terrible experiments with people during the II World war, atomic bombing of Hiroshima and Nagasaki, creation and test of nuclear weapon, the Chernobyl accident, ecological crisis, etc.) showed danger of the indifferent relation of scientific community to realities of public life. As a result ethos of science underwent serious changes. Let's consider them.

1. Traditional opposition of freedom of researches (an imperative of internal logic of science) and social responsibility (the requirement of society) loses the justifiability. Freedom of scientific search has to be combined with social, professional and moral responsibility of the scientist for results and consequences of the activity.

The science has to seek for minimization of risks, the prevention or neutralization of possible negative consequences of discoveries and their practical realization. According to "the principle of precaution" designers and creators of new technologies are obliged to prove safety of these innovations. Preliminary estimate of safety of new technologies receives features of specially organized and regular activity.

Императив организованного скептицизма требует, чтобы ученый критически относился к результатам деятельности своих коллег и одновременно терпимо воспринимал критику с их стороны. При этом критика должна носить деловой характер и исключать личные выпады.

Императив рационализма означает, что логический дискурс является главным инструментом добывания объективной истины.

Согласно императиву эмоциональной нейтральности люди науки не должны апеллировать к эмоционально-чувственной сфере сознания при решении научных проблем.

«Список Мертона» – скорее идеал научного этоса, но не реальная характеристика поведения ученого. На самом деле ученые постоянно находятся в состоянии выбора между полярными поведенческими императивами.

Традиционно, до середины прошлого века, этос науки строился на идее нейтрального, беспристрастного знания. Считалось, что ученый не должен оценивать результаты своей деятельности и возможности их использования с позиции нравственности.

Ученый должен добывать истинное знание, заниматься исследованиями, а политики, бизнесмены, военные определяют способы практической реализации этого знания.

События XX века (чудовищные эксперименты над людьми во время II Мировой войны, атомная бомбардировка Хиросимы и Нагасаки, создание и испытание ядерного оружия, Чернобыльская катастрофа, экологический кризис и др.) показали опасность безучастного отношения научного сообщества к реалиям общественной жизни. В результате этос науки претерпел серьезные изменения. Рассмотрим их.

1. Традиционное противопоставление свободы исследований (императив внутренней логики науки) и социальной ответственности (требования общества) утрачивает свою оправданность. Свобода научного поиска должна сочетаться с социальной, профессиональной и нравственной ответственностью ученого за результаты и последствия своей деятельности. Наука должна стремиться к минимизации рисков, предупреждению, предотвращению или нейтрализации возможных негативных последствий научных открытий и их практической реализации. Согласно «принципу предосторожности» проектировщики и создатели новых технологий обязаны доказать безопасность этих новаций. Предварительная оценка безопасности новых технологий получает черты специально организованной и регулярной деятельности.

2. Ethical control. Adverse effects of results of scientific activity can't be excluded by means of use of system of restrictions (bans). Any bans on research activity contradict curiosity of scientists without which scientific search is impossible.

In this regard, as practice shows, external institutional (state, legal, confessional, economic) forms of control of development of science are ineffective.

The unique effective guarantor of safety of results of scientific research is ethical regulation.

• **Humanitarian control problem in science and high technologies**

Now the biomedicine becomes epicenter of ethical problems of modern science. Let's list the most obvious problems of biomedical researches and technologies which demand an ethical reflection.

- 1) Biomedical experiments with the person;
- 2) Ethical aspects of reproductive technologies;
- 3) Genetic screening and genetic engineering;
- 4) Clinical transplantology;
- 5) Cloning of bodies, fabrics, organisms, including the person;
- 6) Extraordinary means of extension of life.

Biomedical research projects and technologies comprise an important contradiction. How to combine intervention in a human corporality and mentality and preservation of personal identity of the individual?

In this regard there is a need of humanitarian control for science and high technologies. Today in medicine this control is implemented by means of activity of ethical committees. The ethical committee is a public body which carries out independent ethical examination of expected researches and technologies. Approval of ethical committee is an indispensable condition of carrying out these researches.

• **Environmental ethics and its philosophical foundation**

Ecological ethics are a set of the moral principles of interaction of the person and the nature which provide integrity of ecosystems and worthy quality of human life. The concept "ecological ethics" has appeared in the western philosophy in the middle of 70-s of the XX-th century due to the need of judgment of the reasons and consequences of ecological crisis, and also search of socially acceptable ways of its permission.

Representatives of this current D. Kozlowski, J. Pierce, J. Tinbergen, H. Ralston note a deep gap between ecological and ethical development of the world.

2. Этический контроль. Неблагоприятные последствия результатов научной деятельности невозможно исключить посредством применения системы ограничений (запретов). Любые запреты на исследовательскую деятельность противоречат любопытству ученых, без которого научный поиск невозможен. В этой связи, как показывает практика, внешние институциональные (государственные, правовые, конфессиональные, экономические) формы контроля за развитием науки являются малоэффективными.

- **Проблема гуманитарного контроля в науке и высоких технологиях**

В настоящее время биомедицина становится эпицентром этических проблем современной науки. Перечислим самые очевидные проблемы биомедицинских исследований и технологий, которые требуют этической рефлексии.

- 1) Биомедицинские эксперименты над человеком;
- 2) Этические аспекты репродуктивных технологий;
- 3) Генетический скрининг и генная инженерия;
- 4) Клиническая трансплантология;
- 5) Клонирование органов, тканей, организмов, включая человека;
- 6) Экстраординарные средства продления жизни.

Биомедицинские исследовательские проекты и технологии содержат в себе важное противоречие. Как совместить вмешательство в человеческую телесность и психику, и сохранение личностной идентичности индивида? В этой связи возникает необходимость гуманитарного контроля в науке и высоких технологиях.

Сегодня в медицине этот контроль реализуется посредством деятельности этических комитетов. Этический комитет – это общественный орган, который осуществляет независимую этическую экспертизу предполагаемых исследований и технологий. Одобрение этического комитета является обязательным условием проведения этих исследований.

- **Экологическая этика и ее философские основания**

Экологическая этика – это совокупность нравственных принципов взаимодействия человека и природы, которые обеспечивают целостность экосистем и достойное качество жизни человека. Понятие «экологическая этика» появилось в западной философии в середине 70-х гг. XX века в связи с необходимостью осмысления причин и последствий экологического кризиса, а также поиска социально приемлемых способов его разрешения.

These scientists came to a conclusion that discussion of global problems in a separation from moral imperatives, ethical values is unpromising.

Earlier, in the 30–40-th years of the XX-th century A. Schweitzer's concept about awe of life has been developed. This concept contains the ideas of responsibility of the person for all live. Any manifestation of life is huge value. Everything that promotes preservation of life is good; everything that harms life is the evil. The refusal of consumer ideology, reasonable asceticism, a ratio of individual desires with the material and spiritual benefit whole and many is a way to rescue of mankind.

A. Peccei is the first president of the Roman club connects the ideas of ecological ethics with the ideas of New Humanity in the known work «Human qualities».

New humanity is capable to provide transformation of the person, improvement of its human qualities. For realization of the principles of ecological ethics it is necessary to concentrate human interests on the aspiration to be, but not to have.

It will allow inhabitants of the planet to find the purpose. But these tasks, according to Peccei, can be solved only in the society of social justice which model he describes in the work.

The ecological subject is present at N. Moiseyev's creativity. The basic principle which was defended by the scientist is the principle of unity of the person and the biosphere. This principle is based on modern empirical data which are obtained by science:

- 1) The uniform genetic alphabet for all biotic variety of the planet.
- 2) Identical structure of cells of a brain of the person and other highest animals.
- 3) Intelligence rudiments at anthropoids and dolphins.
- 4) Impossibility of existence of mankind out of a biological niche which it occupies.

The person is doomed to live in the biosphere and to submit to laws of her development. Understanding of this fact is very important for mankind, especially for the countries of the North Atlantic region. The outlook of the western person was created under the influence of Protestant individualism. The principles of egoism, anthropocentrism and individualism generated the idea of power over the nature. The technogenic civilization of the West cares only for momentary benefit. The western countries consider that an exit from ecological crisis is possible through accumulation of technological level and operation of the lagging behind countries.

Представители этого течения Д. Козловский, Д. Пирс, Т. Кнефир, Я. Тинберген, Х. Ролстон отмечают глубокий разрыв между экологическим и этическим развитием мира. Эти ученые пришли к выводу, что обсуждение глобальных проблем в отрыве от моральных императивов, этических ценностей является бесперспективным.

Ранее, в 30–40-х гг. XX века была разработана концепция А.Швейцера о благоговении перед жизнью. Эта концепция содержит идеи ответственности человека за все живое. Любое проявление жизни – огромная ценность. Все, что способствует сохранению жизни, является добром, все, что вредит жизни – зло. Отказ от потребительской идеологии, разумный аскетизм, соотношение индивидуальных желаний с материальным и духовным благом целого и многих – это путь к спасению человечества.

А. Печчеи – первый президент Римского клуба связывает идеи экологической этики с идеями Нового Гуманизма в известной работе «Человеческие качества». Новый гуманизм способен обеспечить трансформацию человека, совершенствование его человеческих качеств. Для реализации принципов экологической этики необходимо сконцентрировать человеческие интересы на стремлении быть, а не иметь. Это позволит жителям планеты обрести цель. Но эти задачи, по мнению А. Печчеи, могут быть решены только в обществе социальной справедливости, модель которого он описывает в своей работе.

Экологическая тематика присутствует в творчестве Н.Н. Моисеева. Основным принцип, который отстаивал ученый – принцип единства человека и биосферы. Этот принцип основан на современных эмпирических данных, которые получены наукой:

- 1) Единый генетический алфавит для всего биотического многообразия планеты.
- 2) Идентичная структура клеток мозга человека и других высших животных.
- 3) Зачатки интеллекта у человекообразных обезьян и дельфинов.
- 4) Невозможность существования человечества вне биологической ниши, которую оно занимает.

Человек обречен жить в биосфере и подчиняться законам ее развития. Осознание этого факта очень важно для человечества, особенно для стран североатлантического региона. Мировоззрение западного человека сформировалось под влиянием протестантского индивидуализма.

N. Moiseyev persistently criticizes egoistical and consumer bents of the western person. He proves impossibility of overcoming ecological crisis by exclusively technological means. The scientist offers an exit through a coevolution of the person and the biosphere, by the entry of mankind into a noosphere era.

• **Scientism and anti-scientism**

The scientism represents the concept which exaggerates a science role in culture, in society in activity of the person. Supporters of scientism consider that the majority of problems of human life can be solved by means of development of science. An ideal of development of science are natural sciences, logical-mathematical and technical science. The scientism belittles (up to a complete elimination) a role of philosophy, religion, art. It underestimates a role humanitarian component in development of society. The scientism can have various forms: moods of mass psychology, installation of public consciousness, philosophical doctrines (positivism).

The anti-scientism is a scientism antipode. It proves anti-humanitarian essence of science and technology. Adherents of anti-scientism consider that the science bears responsibility for negative results of scientific and technical progress. Representatives of anti-scientism point to unpredictable danger of technical and technological, social and ecological consequences of application of science. They offer a way of life of traditional civilizations as an alternative.

The scientism can have various forms: moods of mass psychology, installation of public consciousness, philosophical doctrines (irrationalism).

Historically the scientism and anti-scientism emerged in the Modern age. In the Age of Enlightenment the scientism has strengthened the situation in public consciousness, and in the XX-th century it is possible to observe its triumph.

The anti-scientism for a long time held peripheral position in public consciousness. However from the second half of the XX-th century it began to win public sympathies promptly. It is possible to say that the anti-scientism plays the role quite comparable to scientism in consciousness of society now.

Принципы эгоизма, антропоцентризма и индивидуализма породили идею могущества над природой. Техногенная цивилизация Запада заботится лишь о сиюминутной выгоде. Западные страны считают, что выход из экологического кризиса возможен через наращивание технологического уровня и эксплуатацию отстающих стран.

Н.Н. Моисеев настойчиво критикует эгоистические и потребительские наклонности западного человека. Он доказывает невозможность преодоления экологического кризиса исключительно технологическими средствами. Ученый предлагает выход через коэволюцию человека и биосферы, путем вступления человечества в эпоху ноосферы.

• **Сциентизм и антисциентизм**

Сциентизм представляет собой концепцию, которая преувеличивает роль науки в культуре, в обществе в жизнедеятельности человека.

Сторонники сциентизма считают, что большинство проблем человеческого бытия можно решить посредством развития науки. Идеалом развития науки является естествознание, логико-математические и технические науки. Сциентизм принижает (вплоть до полного исключения) роль философии, религии, искусства. Он недооценивает роль гуманитарной компоненты в развитии общества. Сциентизм может иметь различные формы: настроения массовой психологии, установки общественного сознания, философские учения (позитивизм).

Антисциентизм является антиподом сциентизма. Он обосновывает антигуманитарную сущность науки и техники. Приверженцы антисциентизма считают, что наука несет ответственность за негативные результаты научно-технического прогресса. Представители антисциентизма указывают на непредсказуемую опасность технико-технологических, социальных и экологических последствий применения науки. Они предлагают образ жизни традиционных цивилизаций в качестве альтернативы.

Антисциентизм может иметь различные формы: настроения массовой психологии, установки общественного сознания, философские учения (иррационализм). Исторически сциентизм и антисциентизм возникли в эпоху Модерна. В эпоху Просвещения сциентизм упрочил свое положение в общественном сознании, а в XX веке можно наблюдать его торжество.

Антисциентизм длительное время занимал периферийное положение в общественном сознании. Однако со второй половины XX века он начал стремительно завоевывать общественные симпатии. Можно говорить, что

• Science and parascience

The parascience has a set of manifestations. As a rule, they don't exist "in pure form", and intertwine among themselves. The most influential directions of parascience – a pseudo science, deviant science, and also pseudo-scientific exotic and "vulgar" science.

The deviant science develops in scientific community, considering objects which are on a roadside of the dominating scientific directions or uses the methods differing from standard (for example, A. Chizhevsky's researches).

Vulgarization of science ("vulgar" science) is connected with "posterization" and excessive simplification of scientific knowledge (for example, Lysenkov's activity in agrobiolgy). Vulgarization of science is allowed where the aspiration to such point of view which is dictated not by the science, but the reasons, external in relation to it (ideology, policy, business) is notable.

Pseudo-scientific exotic in general is far from true science (parapsychology, chiromancy, astrology, etc.); here it is claimed that the hidden universal principles of the nature and society which the science can't explain, can be learned only by the elected people. At the same time, pseudo-scientific exotic is not aimed at objectivity of knowledge; here not knowledge, but belief, conviction, a role of the authority becomes a priority.

The pseudo science is based on a deliberate lie or a juggling of the facts on the basis of which the new paradigm of a research is under construction. «Folk-history» can be an example. Today there is a lot of historical literature, focused on commercial success and not connected by strict norms of scientific research; it is characterized by accident of selection of historical sources, haste of conclusions, a pursuit of a sensation. The parascience selectively combines some methodological features of scientific knowledge (comparison, observation, generalization, idealization) with various unscientific receptions and practitioners (an intuition, inspiration, meditation).

Popularity of parascience in modern society can be explained with the following factors:

1. Increase of anti-scientism as moods in public consciousness;

антисциентизм в настоящее время играет в сознании общества роль, вполне сопоставимую со сциентизмом.

• Наука и паранаука

Паранаука имеет множество проявлений. Как правило, они не существуют «в чистом виде», а переплетаются между собой. Наиболее влиятельные направления паранауки – лженаука, девиантная наука, а также околонаучная экзотика и «вульгарная» наука.

Девиантная наука развивается внутри научного сообщества, рассматривая объекты, которые находятся на обочине господствующих научных направлений, или использует методы, отличающиеся от общепринятых (к примеру, исследования А.Л. Чижевского).

Вульгаризация науки («вульгарная» наука) связана с «огрублением» и чрезмерным упрощением научного знания (к примеру, лысенковщина в агробиологии). Вульгаризация науки допускается там, где ощутимо стремление к такой точке зрения, которая диктуется не самой наукой, а внешними по отношению к ней причинами (идеологией, политикой).

Околонаучная экзотика вообще далека от истинной науки (парапсихология, хиромантия, астрология и др.); здесь утверждается, что скрытые универсальные принципы, которым подчиняются загадочные и диковинные явления в природе и жизни общества открываются только избранным. Вместе с тем, околонаучная экзотика не нацелена на объективность знания, здесь приоритетом становится не знание, а вера, убежденность, роль авторитета.

Лженаука основывается на преднамеренной лжи или подтасовке фактов, на базе которых строится новая парадигма исследования. Примером может служить «фольк-истори». Сегодня появилось много исторической литературы, ориентированной на коммерческий успех и не связанный строгими нормами научного исследования, её характеризует случайность подбора исторических источников, скоропалительность выводов, погоня за сенсацией.

Паранаука избирательно сочетает некоторые методологические особенности научного познания (сравнение, наблюдение, обобщение, идеализация) с различными ненаучными приемами и практиками (интуиция, озарение, медитация).

Популярность паранауки в современном обществе можно объяснить следующими факторами:

1. Нарастание антисциентизма как настроения в общественном сознании;

2. Skeptical estimates of achievements of science;
3. Inability of science to solve a set of problems of knowledge;
4. Influence of culture of a postmodern which denies a possibility of universal knowledge about the world;
5. Ability of parascience to imitate externally attributes of science.

The majority of features of parascience don't meet standards and criteria of scientific character. The parascience can't apply for the status of scientific knowledge. However its existence as forms of human culture is quite justified.

Representatives of other ways of knowledge of modern society treat parascience ambiguously. The official science and church belong to parascience intolerantly. Philosophers estimate her frostily. Ordinary consciousness accepts parascience rather, than rejects.

• **Global crisis and search of new types of civilization development**

Development of a technogenic civilization which is based on the principle of domination of the person over the nature led to global ecological crisis. This crisis poses threat of death to mankind.

Activity of the person makes continuous changes to dynamics of the biosphere. Scales of human expansion to the nature are so big that they begin to destroy the biosphere as a complete ecosystem. It demands elaboration of essentially new strategy of scientific and technical and social development of humanity, strategies which can provide a coevolution of the person and the nature.

One more global problem is designated sometimes as modern anthropological crisis. The person constantly complicates the world, creates such forces which he doesn't control anymore and which become alien to his nature. The more he will transform the world, to a large extent he generates unforeseen social factors which considerably change human life and, obviously, worsen it.

Revision of the former relation to the nature, domination ideals which are focused on power transformation of the natural and social world is necessary. Development of new ideals of human activity, new understanding of prospects of the person is necessary.

2. Скептические оценки достижений науки;
3. Неспособность науки решить множество проблем познания;
4. Влияние культуры постмодерна, которая отрицает возможность универсального знания о мире;
5. Способность паранауки внешне мимикрировать под атрибуты науки.

Большинство черт паранауки не соответствует нормам и критериям научности. Паранаука не может претендовать на статус научного знания. Однако ее существование как формы человеческой культуры вполне оправдано.

Представители других способов познания в современном обществе относятся к паранауке неоднозначно.

- **Глобальный кризис и поиск новых типов цивилизационного развития**

Развитие техногенной цивилизации, которая основана на принципе господства человека над природой, привело к глобальному экологическому кризису. Этот кризис несет угрозу гибели человечества. Деятельность человека вносит постоянные изменения в динамику биосферы. Масштабы человеческой экспансии в природу настолько велики, что они начинают разрушать биосферу как целостную экосистему. Это требует выработки принципиально новых стратегий научно-технического и социального развития человечества, стратегий деятельности, которые могут обеспечить коэволюцию человека и природы. Еще одну глобальную проблему иногда обозначают как современный антропологический кризис. Человек постоянно усложняет мир, создает такие силы, которые он уже не контролирует и которые становятся чуждыми его природе. Чем больше он преобразует мир, тем в большей мере он порождает непредвиденные социальные факторы, которые радикально меняют человеческую жизнь и, очевидно, ухудшают ее.

Необходим пересмотр прежнего отношения к природе, идеалов господства, которые ориентированы на силовое преобразование природного и социального мира. Необходима выработка новых идеалов человеческой деятельности, нового понимания перспектив человека.

Key terms

Global evolutionism is the principle which means that universal matter can't exist out of development in general and in its separate parts.

Scientific ethos is a set of internal values of scientific community which have the status of moral standards.

Scientism is a concept which exaggerates a science role in culture, in society in activity of the person.

Anti-scientism is a concept which proves anti-humanitarian essence of science and technical progress.

Questions

- ? Explain what systems it is possible to call historically developing.
- ? List the ideas of synergetics which coordinate with the concept of a global evolutionism.
- ? What is ethical control in science and what its purposes?
- ? What directions of parascience you know? Give them the characteristic.
- ? What reasons of global ecological crisis? What is modern anthropological crisis?
- ? How in public consciousness the scientism and anti-scientism are combined? Give examples.
- ? What the essence of the principle of unity of the person and biosphere in?

Основные понятия

Глобальный эволюционизм – это принцип, который означает, что универсальная материя не может существовать вне развития в целом и в отдельных ее частях.

Научный этос – это набор внутренних ценностей научного сообщества, которые имеют статус моральных норм.

Сциентизм – это концепция, которая преувеличивает роль науки в культуре, в обществе в жизнедеятельности человека.

Антисциентизм – это концепция, которая обосновывает антигуманитарную сущность науки и технического прогресса.

Контрольные вопросы

- ? Объясните, какие системы можно назвать исторически развивающимися.
- ? Перечислите идеи синергетики, которые согласуются с концепцией глобального эволюционизма.
- ? Что такое этический контроль в науке и каковы его цели?
- ? Какие направления паранауки вы знаете? Дайте им характеристику.
- ? Каковы причины глобального экологического кризиса? Что такое современный антропологический кризис?
- ? Как в общественном сознании сочетаются сциентизм и антисциентизм? Приведите примеры.
- ? В чем сущность принципа единства человека и биосферы?

Topic 8. Science as social institute

1. Historical development of institutional forms of scientific activity
2. Academic communities and their historical types
3. Scientific schools and training of researchers
4. Historical development of methods of translation of scientific knowledge
5. Science computerization
6. Science and economy, science and government

The concept of institutum (from Latin. establishment, device) means the element of social structure, comprising system of rules, principles and norms which help regulating human relations, their activity and behaviour in a society. Relating to science, it characterizes the side of its functioning which is bound to ways of organization of scientific community and their interaction, which was changed during historical evolution of science.

Science as a social institute has its own structure with many branches and uses cognitive, organizational and moral resources. As such, it includes following components: a) set of knowledge and their carriers; b) specific cognitive aims and problems; c) certain functions; d) specific means of knowledge and establishment; e) forms of control, expert reports, assessment of scientific achievements; f) certain sanctions²¹.

As a social institute, science represents a special community that operates on the basis of its own ideas about general aims, based on a strong tradition, authority and self-organization.

• Historical development of institutional forms of scientific activity

In pre-industrial society (Antiquity, Middle Ages, Renaissance), the science functioned mainly in the non-institutionalized form. And, although, there were some attempts of institutionalizing (Plato's Academy in Antiquity, medieval corporation of scientists-monks, Renaissance academies). But they had a fragmentary character and did not change the general picture. The carriers of the scientific knowledge did not represent a social community free from other subjects of cognition. They did not pursue any specific informative aims, and did not possess any special means of expertise and assessment of the achievements, conforming forms of control and sanctions. In Antiquity, the scientific knowledge dissolved in systems of naturalistic philosophy representatives,

²¹ See: Philosophy of science in questions and answers. Rostov on Don, 2006. Pp. 332–333.

Тема 8. Наука как социальный институт

1. Историческое развитие институциональных форм научной деятельности
2. Научные сообщества и их исторические типы
3. Научные школы и подготовка научных кадров
4. Историческое развитие способов трансляции научных знаний
5. Компьютеризация науки
6. Наука и экономика, наука и власть

Понятие *institutum* (от лат. установление, устройство) означает элемент социальной структуры, заключающий в себе систему правил, принципов и норм, с помощью которых упорядочиваются отношения между людьми, их деятельность и поведение в обществе. Применительно к науке оно характеризует ту сторону ее функционирования, которая связана со способами организации и взаимодействия ученых, менявшихся в течение исторической эволюции науки.

Наука как социальный институт имеет свою собственную разветвленную структуру и использует как когнитивные, так и организационные и моральные ресурсы. В этом качестве она включает в себя следующие компоненты: а) совокупность знаний и их носителей; б) специфические познавательные цели и задачи; в) определенные функции; г) специфические средства познания и учреждения; д) формы контроля, экспертизы, оценки научных достижений; е) определенные санкции²².

В качестве социального института наука представляет собой особое сообщество, которое функционирует на основе собственных преставлений об общности цели, опирается на устойчивые традиции, авторитет и самоорганизацию.

• Историческое развитие институциональных форм научной деятельности

В доиндустриальном обществе (Античность, Средневековье, Возрождение) наука функционировала преимущественно в неинституционализированной форме. И хотя отдельные попытки институционализации имели место (Платоновская Академия в Античности, средневековая корпорация ученых-монахов, академии Возрождения), они носили фрагментарный характер и не изменяли общей картины. Носители научного

²² См. Философия науки в вопросах и ответах. Ростов н/Д, 2006. С. 332–333.

in Middle Ages – in practice of alchemists, was admixed with either religious, or philosophical views.

Science as a social institute arose in Western Europe in the XVI–XVII-th centuries due to the ripened necessity to serve the demand of the fast growth of the capitalist production. From this same period it starts making claims for certain autonomy in the system of the public division of labour. The specific functions are fixed to science as a social institute, and the major one is a production of the theoretical knowledge. The major precondition of science formation as a social institute is the presence of regular education of the younger generation. The history of science is intimately connected to history of the university education, having a direct aim not just to give a system of knowledge, but also to prepare people capable of intellectual work and scientific activity. At last, the critical factor of the institutionalization of science was its transformation in a profession since the XVII-th century (see about it topic 3).

• Academic communities and their historical types

On the basis of transforming of science into a profession various academic communities were generated. Academic community is a community of professional scientists (scholars). Members of academic community consider themselves and are considered by others as the only people responsible for the increase in the array of reliable knowledge, and for training students and followers.

The idea of creation of academic communities and scientific academies as an organizational form of their activity was put forward by F. Bacon. In the XVII-th century, the first scientific academies were created: the London Royal Society (1660), the Parisian Academy of Sciences (1666), Scientific Academies in Berlin (1700), St.-Petersburg (1724), Stockholm (1739) and other European capitals. Differentiation between science and metaphysics (philosophy), lack of engagement from learning scholastic and theological problems was written down in the organization charters of the academies. Communication science and arts, crafts were emphasized. If at the beginning of the activity of an academy there were no more than a few dozen of people, so, at the beginning XVIII-th century, a few thousand scientists were working in Europe, and editions of scientific journals were reaching thousands of copies.

знания не представляли автономной от других субъектов познания социальной группы, не преследовали специфических познавательных целей, не обладали специальными средствами экспертизы и оценки своих достижений, соответствующими формами контроля и санкциями. В античности научные знания растворялись в системах натурфилософов, в Средневековье – в практике алхимиков, смешивались либо с религиозными, либо с философскими воззрениями.

Наука как социальный институт возникла в Западной Европе в XVI–XVII вв. в связи с назревшей необходимостью обслуживать запросы бурно развивающегося капиталистического производства. Именно с этого периода она начинает претендовать на определенную автономию в системе общественного разделения труда. За наукой как за социальным институтом закрепляются специфические функции, важнейшей из которых является производство теоретического знания. Важнейшей предпосылкой становления науки как социального института является наличие систематического образования подрастающего поколения. Сама история науки тесно связана с историей университетского образования, имеющего непосредственной задачей не просто передачу системы знаний, но и подготовку способных к интеллектуальному труду и к научной деятельности людей. Наконец, решающим условием институционализации науки стало ее превращение, начиная с XVII в., в профессию (см. об этом тему 3).

• Научные сообщества и их исторические типы

На основе трансформации науки в профессию сформировались различные научные сообщества. Научное сообщество – это совокупность ученых профессионалов, организация которой отражает специфику научной профессии. Члены научного сообщества считают себя и рассматриваются другими в качестве единственных людей, ответственных за увеличение массива достоверного знания, обучение учеников и последователей.

Идея создания научных обществ и научных академий как организационных форм их деятельности была выдвинута Ф. Бэконом. В XVII в. создаются первые научные академии: Лондонское Королевское общество (1660 г.), Парижская Академия наук (1666 г.), несколько позже основаны научные академии в Берлине (1700 г.), Санкт-Петербурге (1724 г.), Стокгольме (1739 г.) и других европейских столицах. В уставах академий было зафиксировано разграничение науки и метафизики (философии), дистанцированность от рассмотрения логико-схоластических

In the XVIII–XIX-th centuries, science includes many scientific disciplines and, therefore, disciplinary communities begun to form. The disciplinary form of science organization appeared as invariant to social, economic and cultural environment. To the present time there are no organizational alternatives. Gradually a multi-level system of science has formed where the communities exist at several levels. For instance, the community of all representatives of natural science at the first level is a scientifically-professional community of physicists, chemists, astronomers, zoologists. The community of experts in organic chemistry is at the second level. And the community of experts in protein chemistry, experts in physics of solid body, and high energy physics, experts in radio astronomy and etc., among them, are at the next levels. When we talk about mature disciplines the membership in professional societies is more than sufficient signs of this accessory.

In due course science becomes an independent branch of social activity of secular scientists-professionals who graduated special faculties of universities and institutes. "At the start of the XIX-th century there were about one thousand scientists in the world, at the start of the XX-th century number of scientists worked out already 100 thousand, and to the end of the XX-th of century were 5 million people. After World War Two there was a doubling of number of the people occupied in science, in Europe during 15 years, in the USA – during 10 years, in the USSR – during 7 years".²³

Functioning of the scientific communities on interdisciplinary basis, which provides an appearance of new discoveries at the confluence of various areas of knowledge became a following stage of the development of the institutional forms of science. In the XX-th century, interdisciplinary communities were formed. It is an organization of exploratory activity which provides an interaction in a process of studying the same object of representatives of various disciplines.

²³ Stepin V. Philosophy of Science. Common issues. M, 2007. P. 151.

и богословских проблем и подчеркивалась ее связь с искусствами и ремеслами. Если на заре своей деятельности академии насчитывали не более нескольких десятков человек, то к началу XVIII в. в Европе работало уже несколько тысяч ученых, а тиражи научных журналов доходили до тысячи экземпляров.

В XVIII-XIX вв. наука уже насчитывает множество научных дисциплин, и, соответственно, начинают свое формирование дисциплинарные сообщества. Дисциплинарная форма организации науки оказалась инвариантной относительно социально-экономического и культурного окружения и к настоящему времени практически не имеет организационных альтернатив. Постепенно складывается многоуровневая система науки, в которой сообщества существуют на нескольких уровнях. К примеру: сообщество всех представителей естественных наук как первый уровень – уровень научно-профессиональных сообществ физиков, химиков, астрономов, зоологов и т. п. – сообщество специалистов по органической химии, а среди них, возможно, по химии белков, специалисты по физике твердого тела и физике высоких энергий, специалисты по радиоастрономии и т. д. Когда речь идет о сложившихся дисциплинах, членство в профессиональных обществах и чтение профессиональных журналов – вот более чем достаточные признаки этой принадлежности.

Со временем наука становится самостоятельной отраслью общественного труда, которым занимаются светские ученые-профессионалы, окончившие специальные факультеты университетов и институтов. «К началу XIX столетия в мире насчитывалось около 1 тыс. ученых, к началу XX в. их численность составляла уже 100 тыс., а к концу XX столетия – 5 млн. После Второй Мировой Войны удвоение числа людей, занятых в науке, происходило в Европе за 15 лет, в США – за 10 лет, в СССР – за 7 лет»²⁴.

Следующим этапом развития институциональных форм науки стало функционирование научных коллективов на междисциплинарной основе, которая обеспечивает появление новых открытий на стыках различных областей знания. В XX в. формируются междисциплинарные сообщества, то есть такая организация исследовательской деятельности, которая предусматривает взаимодействие в изучении одного и того же объекта представителей различных дисциплин.

²⁴ Степин В.С. Философия науки. Общие проблемы. М., 2007. С. 151.

Science of the second half of the XX-th century roughly expands and turns to the one of the major branch of social activity. The era of the "big science» comes along. The career of a scientist is no longer rare. People, who were engaged in science, were named "science officers", "scientist", and "scholar". If we calculate a total number of scientists lived on Earth from Antiquity till the end of the XX-th century it will appear that 90 % from them are our contemporaries. The number of science officers reaches 10 % of able-bodied citizens in developed countries. On the average 5 % of state budget expenditures allocates to ensure the science.

- **Scientific schools and training of researchers**

We can evolve scholar schools in science which can be a level of disciplinary communities. A general intellectual (theoretical and methodical) platform combines the members of school. The activity of scientific schools was carried on the basis of the general exploratory program; its representatives use consistent style of thinking. The special role of scientific school belongs to the leader: within the limits of the scientific school the young explorers develop the program under the direction of the leader, sustaining close dialogue between each other, dialogue with teacher and other world. In the history of the world science the scientific schools are known since Antiquity (Aristotle's Lyceum, Plato's Academy, etc.).

Scientific school is admitted to the major form of the organization of steady contacts between scientists. From the literature analysis it is possible to draw a conclusion that scientific schools are the complex phenomenon. We can find information about scientific schools in several cases. At first, with reference to scientists. For example, A. Ioffe's Petersburg Physical-Technical High School. An outstanding role in formation of domestic physics belongs to this school. The role of the Moscow school of theoretical physics (were scientists like L. Landau, I. Tamm worked) is not less significant. Secondly, with reference to cities (the Tartu semiotic school, the Leningrad genetic school, the Krasnoyarsk spectroscopic school, etc.). Thirdly, with reference to regions (the Ural historical school, the Siberian geological school, Far East Volcano school, etc.). Fourthly, with reference to the separate nations and the states (the Russian astronomical school, the Polish scientific school, etc.). Fifthly, with reference to separate branches of knowledge (scholar schools in mathematics; scholar schools in chemistry, scholar schools in economy, etc.).

Наука второй половины XX века бурно разрастается и превращается в одну из важнейших отраслей общественного труда. Наступает эра «большой науки». Профессия ученого перестает быть редкой. Людей, которые занимаются наукой, стали называть «научными работниками». Если взять общее число ученых, живших на Земле от древности до конца XX века, то окажется, что 90 % из них – наши современники. В развитых странах численность научных работников доходит до 10 % трудоспособного населения, на обеспечение науки в среднем выделяется 5 % бюджетных расходов государства.

• Научные школы и подготовка научных кадров

В науке выделяют и такие организационные формы, как научные школы, которые можно выделять в качестве подуровня дисциплинарных сообществ. В предметно-логическом плане членов школы объединяет общая интеллектуальная (теоретическая и методическая) платформа. Деятельность научных школ происходит на основе общей исследовательской программы, ее представители исповедуют единый стиль мышления. Особая роль в научной школе принадлежит руководителю: именно в рамках научной школы молодые исследователи под руководством лидера разрабатывают программу, поддерживая тесное общение как друг с другом, так и через учителя с остальным миром. В истории мировой науки научные школы известны со времен античности (школа Аристотеля, школа Платона и др.).

Научная школа признается важнейшей формой организации устойчивых контактов между учеными. Из анализа литературы можно сделать вывод, что научные школы – сложный феномен, в литературе о научных школах говорят в нескольких случаях: во-первых, применительно к отдельным ученым. Например, петербургская физическая школа А.Ф. Иоффе. Этой школе принадлежит выдающаяся роль в становлении отечественной физики. Не менее значима роль московской школы теоретической физики, в развитие которой внесли огромный вклад такие ученые, как Л.Д. Ландау, И.Е. Тамм и др.; во-вторых, применительно к городам (тартуская семиотическая школа, ленинградская генетическая школа, красноярская спектроскопическая школа и т. д.); в-третьих, применительно к регионам (уральская историческая школа, сибирская геологическая школа, дальневосточная вулканологическая школа и т. д.);

Scholar school inherently shows an effective model of education as a translation, having purely subject maintenance, cultural norms and values (in this case academic community) from the older generation to the younger. Scholar school is the tool of education research style of thinking, a certain mean of approach to the problems. Scholar school is an organization of close, constant, informal dialogue of scientists, an exchange of ideas and discussions of results.

Scientific schools peculiar characteristics such as initiative, self-reliance, the existence of the internal momentum of development, dedication, perseverance belief, dissatisfaction by what was reached. Scientific self-determination, self-identification of a member of a group, revealing and strengthening of his social role at school, and designing of exploratory activity of everyone as parts of the general are extremely important for them.

- **Historical development of methods of translation of scientific knowledge**

Forms of translation of knowledge in culture can be variable in history. V. Stepin distinguishes the leading forms of translation of scientific knowledge: the book (the manuscript, the folio); the correspondence between scientists; the article publications in scientific magazines²⁵.

In science of the XVII-th century the main form of consolidation and translation of knowledge was a book, where a scientist should present his results of research of any specific scientific problem, and construct his own system of the sum of things. Put this another way, his research should have a universal character, and is supposed to make additions (changes) into existing world view. At that time was considered that we can give interpretation to the private phenomena using only the basis of reversion to the fundamental, philosophical establishments of existence.

However, as it was shown by the further development of a science, scientists have experienced an acute need for a discussion of the research process.

²⁵ Stepin V. Philosophy of Science. Common issues. M., 2007. Pp. 146–148.

в-четвертых, применительно к отдельным нациям и государствам (русская астрономическая школа, польская науковедческая школа и т. д.); в-пятых, применительно к отдельным отраслям знания (научные школы в математике; научные школы в химии, научные школы в экономике и т. д.).

Научная школа по своей сути является эффективной моделью образования как трансляции, помимо чисто предметного содержания, культурных норм и ценностей (в данном случае научного сообщества) от старшего поколения к младшему. Научная школа является инструментом воспитания исследовательского стиля мышления, определенного способа подхода к проблемам. Научная школа – это организация тесного, постоянного, неформального общения ученых, обмена идеями и обсуждения результатов.

Научным школам свойственны такие характеристики как инициативность, самостоятельность, наличие внутреннего импульса развития, целеустремленность, стойкость убеждений, неудовлетворенность достигнутым. Для них крайне важно научное самоопределение, самоидентификация члена коллектива, выявление и укрепление его социальной роли в школе, проектирование исследовательской деятельности каждого как части общего.

• Историческое развитие способов трансляции научных знаний

Формы трансляции знания в культуре отличаются исторической изменчивостью. В.С. Степин выделяет следующие ведущие формы трансляции научных знаний: книга (манускрипт, фолиант); переписка между учеными; публикации статьи в научных журналах²⁶.

В науке XVII века главной формой закрепления и трансляции знаний была книга, в которой ученый должен был не просто изложить результаты исследования какой-либо частнонаучной проблемы, а построить собственную систему мироздания. Иными словами, его исследование должно было носить универсальный характер, вносить дополнения (изменения) в существующую картину мира. В то время считалось, что давать трактовку частным явлениям можно только на основе обращения к фундаментальным, философским основаниям бытия.

Однако, как показало дальнейшее развитие науки, ученые испытывали острую потребность в обсуждении самого процесса исследования, а такая

²⁶ Степин В.С. Философия науки. Общие проблемы. М., 2007. С. 146–148.

And such form of translation as a book only allowed the discussion of the final result. The answer to similar demand was the occurrence of such form of consolidation and translation of knowledge as the correspondence between scientists in the XVII-th century. Letters served not only to friendly dialogue of scientists, they simultaneously contained the description of their researches, methods and intermediate results. Latin language was the universal language; this allowed including many European countries in the general communicative space.

Down the line, in process of excavation of specialization of scientific activity, and formation of academic communities of explorers and experts there were scientific magazines for information exchange. Communication between scientists starts to be carried out not in Latin, but in a national language. An article in magazine allowed accelerating process of translation of knowledge because it required much less time on its writing in comparison with a book. More over, it is oriented to much wider audience, rather than a letter addressed to the concrete person. Its basic function is to reveal the new knowledge, based on the support of the previous one.

Besides, the process of translation of scientific knowledge is based on technologies of communication (which can be a monologue, a dialogue, a polylogue). Translation of scientific knowledge in traditional sense allocated a huge place to the teacher, professor who gave the knowledge essence to the apprentices. The teacher bore an institutional load, i. e. system of the approved samples regulating variety of knowledge. The apprentice should seize and reveal senses, "desobjectify" the maintenance and starts the autocommunication mechanism using applications knowledge to his own actions.

• Science computerisation

Information technology makes essential influence on the translation of scientific knowledge in the modern society, enhancing possibilities of the person in business of transfer, accumulation and elaboration of information.

Obvious advantages of information technology are huge volume of information and unimaginable speed of its translation and processing. Due to information technology, the available knowledge is transformed to information resource of a society, and is reproduced and conserved. Unprecedented conditions of increasing the level of erudition, enlightenment, intellectual culture of people are created.

форма трансляции как книга позволяла только предъявить и обсудить уже готовый, конечный результат. Ответом на подобный запрос явилось возникновение в XVII в. такой формы закрепления и передачи знаний как переписка между учеными. Письма служили не только дружескому общению ученых, они одновременно содержали описание проводимых ими исследований, используемых методов и промежуточных результатов. Универсальным языком такой переписки была латынь, что позволяло включать в общее коммуникативное пространство ученых многих европейских стран.

В дальнейшем, по мере углубления специализации научной деятельности, образования сообществ исследователей-специалистов появляются научные журналы, через которые происходит обмен информацией. Коммуникации между учеными начинают осуществляться не на латыни, а на национальном языке. Статья в журнале позволила ускорить процесс трансляции знания, поскольку на ее создание требуется гораздо меньше времени по сравнению с книгой, она обращена к гораздо более широкой аудитории, нежели письмо, адресованное конкретному человеку. Ее основная функция – репрезентация нового знания, предполагающая опору на предшествующее.

Кроме того, следует отметить, что процесс трансляции научного знания опирается на технологии коммуникации, которые могут проявиться как монолог, диалог, полилог. Трансляция научного знания в традиционном смысле отводила огромное место фигуре учителя, преподавателя, который передавал суть знания своим ученикам. Учитель нес на себе институциональную нагрузку, т. е. систему образцов-эталонов, упорядочивающих многообразие знания. Ученик должен схватывать и выявлять смыслы, «распредмечивать» содержание и запускать механизм автокоммуникации, то есть применения знаний к собственным действиям.

• Компьютеризация науки

Существенное влияние на трансляцию научного знания в современном обществе оказывают информационные технологии, качественно и количественно усиливающие возможности человека в деле передачи, накопления и обработки информации.

Очевидные преимущества информационных технологий – огромный объем информации и невообразимая скорость ее трансляции и обработки. Благодаря инфотехнологиям имеющиеся знания преобразуются в информационный ресурс общества, передаются и сохраняются. Создаются

The rapid expansion of the Internet democratizes access to circulating information that allows controlling information in the problem areas of research. So, in particular, all materials study biomedical problems at the request of the scientific community on a mandatory basis are placed on the Internet.

In process of appearance of more and more perfect modifications of computers, software products, explorers more widely are involved in virtual ways of interaction; direct dialogue is changed with the Internet. It extends the number of participants of communication, formalizing their communication, reducing the importance of non-verbal interpersonal communication of scientists.

Along with it the abundance and the variety of information presented in a world information web with ambiguity of its assessments essentially, complicates the formation of uniform scientific picture of the world. Expansion of addressless and anonymous web technologies leads to mixture in one «informative mash» of the most different information fragments that inevitably leads to serious difficulties in selection of scientific knowledge.

• Science and economy, science and government

The science and business activity always relate to each other. As marked M. Weber, business from the first steps was based on the scientific knowledge (for instance, on geographical or mathematical) and on the technical inventions based on this knowledge. Science "was receiving strong stimulation from the capitalist interests and its practical embodiment"²⁷. However, the relationship between science and economy cannot be considered flawless. The thing is that science in a huge degree financially expensive enterprise. It demands huge capital investments and is not always profitable in fine-bored economic, utilitarian sense. And from here there is a selective interest of business to science. For example, application-oriented sciences, serving the production, can hope for a fraction in allocation of its financial resources. The situation when the fundamental research with unproductive practical yield is more complicated. Fundamental science directly depends on volumes of budgetary financing and presence of the state plans and programs.

²⁷ Weber M. On Protestantism and Capitalism // Theories of society V. 2. New York: The Free Press of Glencoe, 1961. P. 1253–1265.

беспрецедентные условия повышение уровня образованности, просвещения, интеллектуальной культуры людей.

Стремительное расширение сети Интернет демократизирует доступ к циркулирующей в ней информации, что в свою очередь позволяет информационно контролировать исследования в проблемных областях. Так, в частности, все материалы изучения биомедицинских проблем по требованию научного сообщества в обязательном порядке размещаются в Интернете.

По мере появления все более совершенных модификаций компьютеров, программных продуктов, исследователи все шире вовлекаются в виртуальные способы взаимодействия, непосредственное общение заменяется Интернетом. Он невиданно расширяет круг участников коммуникации, одновременно вербализуя и формализуя их общение, снижая значимость невербальных межличностных контактов ученых.

Наряду с этим обилие и многообразие информации, представленное в мировой информационной паутине, вкупе с неоднозначностью ее оценок существенно усложняет формирование единой научной картины мира. Экспансия веб-технологий, безадресных и анонимных, приводит к смешению в одну «познавательную окрошку» самых разных по значимости и профессиональной отнесенности фрагментов информации, что неминуемо приводит к серьезным затруднениям в отборе научного знания.

• Наука и экономика, наука и власть

Наука и предпринимательство всегда оказывали друг на друга прямое влияние. Как отмечал М. Вебер, предпринимательство с первых шагов опиралось на научное знание (например, на географическое или математическое) и, на основанные на этом знании технические изобретения. Наука же «получала сильную стимуляцию со стороны капиталистических интересов и их практического воплощения»²⁸. Однако отношения науки и экономики нельзя считать беспроблемными. Дело в том, что наука в огромной степени финансово затратное предприятие, она требует огромных капиталовложений и далеко не всегда является прибыльной в узко экономическом, утилитарном смысле. А отсюда и интерес бизнеса к науке избирателен. К примеру, прикладные науки, обслуживая производство, могут надеяться на долю в распределении его

²⁸ Weber M. On Protestantism and Capitalism // Theories of society. V. 2. New York: The Free Press of Glencoe, 1961. P. 1253–1265.

The main organizational form of symbiosis of business and science is scientific parks, science regions, technopolises and business incubators. They, as a rule, are created on a basis of universities and based on their scientific potential. Activity of scientific parks is constructed on the basis of four corner principles from which realization equally win both: science and business. First, we need the maximally congenial conditions for the high technology production, innovative business and, thus, scientific and technical progress. Secondly, we need the maximum rapprochement, including territorial, of sciences, production and business. Thirdly, we need the affiliation under one roof of firms developing various kinds of high technology production that allows creating the conditions for a productive exchange of ideas and experience, to reach "effect of agglomeration", etc. Fourthly, we need the building of "hothouse" conditions for development of ideas, the maintenance of incubation interval with it – "the childhood" season.

Government and science are institutes of a modern civilization from which dynamics of development of society and state depend in a huge degree. From point of view of the state and the government the science should serve enlightenment business, should do discoveries and give prospects for economic growth. However, rigid dictatorship of the government is unacceptable. Suffice to recall the history of ideological interference of science and government in Russia of the Soviet period. On the one hand, government spared no expense on military industrial juggernaut, development of which is not represented without a constant progress in whole variety of applied and fundamental directions of science. On the another hand, in imagination of the party and government bosses the scientists were the same "small screws" and obedient "improvised of parties", as writers, engineering and technical personnel, journalists. As a result, for instance, we have exterminated the genetics, have missed the computer revolution, have lost a lot because of stagnancy and limitation of our political management which simply could not perceive that the public progress is defined not by class struggle, but scientific and technical achievements.

финансовых ресурсов. Сложнее обстоит дело с фундаментальными исследованиями, практический выход которых непредсказуем и не может быть напрямую связан с его успешным технологическим применением. Фундаментальная наука напрямую зависит от объемов бюджетного финансирования и наличия государственных планов и программ.

Главной организационной формой симбиоза предпринимательства с наукой сейчас являются научные парки, а также родственные им структуры – регионы науки, технополисы и бизнес-инкубаторы. Они, как правило, создаются на базе университетов и опираются на их научный потенциал. Деятельность научных парков строится на основе четырех краеугольных принципов, от реализации которых в равной мере выигрывают и наука, и бизнес. Во-первых, создание максимально благоприятных условий для наукоемкого производства, инновационного бизнеса и, таким образом, научно-технического прогресса. Во-вторых, максимальное сближение, в том числе и территориальное, науки, производства и бизнеса. В-третьих, объединение под одной крышей фирм, разрабатывающих различные виды наукоемкой продукции, что позволяет создать условия для продуктивного обмена идеями и опытом, достичь «эффекта агломерации» и т. д. В-четвертых, создание для развития идей тепличных условий, обеспечение им инкубационного периода – периода «детства», в котором идеи нуждаются так же, как и люди, и, будучи выброшенными на рынок в незрелом возрасте, могут там не выжить.

Власть и наука – это те институты современной цивилизации от которых в огромной степени зависит динамика процессов развития общества и государства. С точки зрения государства и власти наука должна служить делу просвещения, должна делать открытия и предоставлять перспективы для экономического роста. Однако жесткий диктат власти неприемлем. Достаточно вспомнить историю идейного столкновения науки и власти в нашей стране советского периода. С одной стороны, власть не жалела средств на ВПК, развитие которого не представимо без постоянного прогресса в целом ряде прикладных и фундаментальных направлений науки. С другой – в представлении партийно-правительственных бонз ученые были такими же «винтиками» и послушными «подручными партии», как писатели, ИТР, журналисты. В результате мы, например, истребили генетику, прозевали компьютерную революцию, много потеряли из-за косности и ограниченности нашего политического руководства, которое просто не могло понять, что общественный

Science development is impossible without liberalism and freedom from imperious establishments. At the same time government structures are responsible for decision making for development of direction or project, and for its possible consequences. Thus, the goal of government is to sustain and cultivate sensible, constructive forces and ideas, to form the congenial competitive sphere for activity of scientists. One of the tendencies, displayed in a modern state policy, is attraction of science officers in government. The above is also true for the European states, and also for the USA. In these countries there is a whole army of sociologists, political scientists, psychologists who discuss state system problems, ordinary involving in discussion of mass-media. As a result of this discussion there is a verdict which goes to the government for discussion and acceptance. What's interesting is that such system of the "government' corrections" does not discredit it, but on the contrary, makes it more correct, more flexible and as a result steadier.

At the same time science has specific purposes and problems. For academic communities it is unusual to involve government for the solving pure scientific questions. It is necessary to notice that fundamental sciences have more autonomy in comparison with the applied ones. This results from the fact that they are focused on studying of laws of objective reality, and the applied ones are meant to answer their specific goals which appose before them production.

Key terms

Academic communities are communities of the scientists-professionals, which organization reflects specificity of scientist profession.

Scientific school is the organized and operated scientific structure, aggregated by exploratory program, uniform style of thinking and headed, as a rule, by outstanding scientist.

Social institute is a functional complex of norms, principles, rules, models of behaviour controlling activity of the person.

прогресс определяется не классовой борьбой, а в первую очередь научно-техническими достижениями.

Развитие науки немыслимо без известного либерализма и свободы от властных установлений. Вместе с тем властные структуры ответственны за принятие решений о развитии того или иного направления или проекта, за его возможные последствия. При этом задача власти - поддерживать и культивировать здоровые, конструктивные силы и идеи, формировать благоприятную конкурентоспособную среду для деятельности ученых. Одной из тенденций, проявляющихся в современной государственной политике, является привлечение научных работников к управлению государством. Особенно это относится к Европейским государствам, а также к США. В этих странах существует целая армия социологов, политологов, психологов, которые обсуждают проблемы государственного устройства, обыкновенно привлекая к обсуждению СМИ. В итоге обсуждения появляется вердикт, который направляется властям для обсуждения и принятия. Что интересно, такая система «исправлений власти» не только не дискредитирует ее, но наоборот, делает ее более правильной, более гибкой и в итоге более устойчивой.

Вместе с тем у науки есть свои специфические цели и задачи, для научного сообщества в целом не характерно привлекать властные инстанции для решения сугубо научных проблем. При этом следует отметить, что фундаментальные науки обладают большей автономией в сравнении с прикладными. Это объясняется тем, что они в целом направлены на изучение законов объективной реальности, а прикладные должны отвечать тем конкретным целям, которые ставят перед ними производство, способствовать изменению свойств объектов в нужном для него направлении.

Основные понятия

Научное сообщество – это совокупность ученых-профессионалов, организация которой отражает специфику научной профессии.

Научная школа – организованная и управляемая научная структура, объединенная исследовательской программой, единым стилем мышления и возглавляемая, как правило, личностью выдающегося ученого.

Социальный институт – действующий, вплетенный в функционирование комплекс норм, принципов, правил, моделей поведения, регулирующих деятельность человека.

Questions

- ? Please, tell about science as social institution.
- ? What is a scientific community and scientific schools?
- ? Please, tell about the methods of translation of scientific knowledge in the history of science.

Контрольные вопросы

- ? Расскажите о науке как о социальном институте.
- ? Что такое научные сообщества и научные школы?
- ? Расскажите о способах трансляции научных знаний в истории науки.

Topic 9. Digital transformation of the scientific environment

1. The problem of open access to scientific research

2. Critical evaluation of information in evidence-based medicine

* The problem of open access to scientific research

In the era of the primacy of the Internet, the appropriation of the function of knowledge dissemination by traditional scientific publishers is an increasingly significant obstacle to the exchange of research results between scientists and, ultimately, the development of science. Over the past decade, the scientific community has begun to practice a new model of knowledge dissemination – the publication of materials in the **open access**. This transformation is caused by a number of circumstances:

1. The crisis of scientific publishing houses. It is caused by three factors:

- * increase in the volume of scientific research carried out;
- * increased financial costs for traditional publications;
- * rapid development of various methods of electronic publishing.

Due to the development of science over the past twenty years, there has been an acceleration in the race of scientific publications (according to the thesis "**publish or perish**", which translates as "publish or die" and goes back to the work of sociologist L. Wilson in 1942 on building an academic career), the number of articles published each year is steadily increasing. For the scientific community, this situation marks the impossibility of mastering publications, due to their wide variety of information carriers and the lack of universal verification tools.

Changing financial conditions: with a constant increase in the volume of publications, the cost of access to scientific information is becoming more expensive. At the same time, the number of subscriptions to scientific journals is declining worldwide. The "**electronic revolution**" of publishing, which was expressed in the replacement of traditional circulations with online subscriptions, did not reduce the cost of access to research materials. International publishers do offer subscriptions to e-mail newsletters, which include a large number of papers and access to journal archives, but currently

a significant part of the global scientific community, especially many university professors and graduate students in developing countries, have access only to

Тема 9. Цифровая трансформация научной среды

1. Проблема открытого доступа к научным исследованиям
2. Критическая оценка информации в доказательной медицине
- 3.

• Проблема открытого доступа к научным исследованиям

В эпоху примата Интернета присвоение функции распространения знаний традиционными научными издателями является все более весомым тормозом для обмена результатами исследований между учеными и, в конечном счете, развития науки. За последнее десятилетие научное сообщество начало практиковать новую модель распространения знаний – публикация материалов в **открытом доступе**. Такая трансформация вызвана рядом обстоятельств:

1. Кризис научных издательств. Он обусловлен тремя факторами:
 - увеличением объема осуществляемых научных исследований;
 - увеличением финансовых затрат на традиционные публикации;
 - бурное развитие различных способов электронной публикаций.

В связи с развитием науки в течение последних двадцати лет произошло ускорение в гонке научных публикаций (в соответствии с тезисом *«publish or perish»*, которое переводится как «опубликуй или умри» и восходит к работе социолога Л. Уилсона 1942 года о построении академической карьеры), количество статей, опубликованных каждый год неуклонно растет. Для научного сообщества эта ситуация знаменует невозможность освоения публикаций, в связи с их большим разнообразием носителей информации и отсутствием универсальных инструментов верификации.

Изменение финансовых условий: при постоянном росте объема публикаций, стоимость доступа к научной информации становится все дороже. Одновременно с этим количество подписок на научные журналы сокращается во всем мире. *«Электронная революция»* издательского дела, выразившаяся в замене традиционных тиражей на онлайн-подписку, не удешевила стоимость доступа к материалам исследований.

Международные издатели действительно предлагают подписки на электронные рассылки, в которые входит большое количество работ и доступы к архивам журналов, но в настоящее время значительная часть мирового научного сообщества, особенно многие преподаватели и аспиранты университетов в развивающихся странах имеют доступ только к

a very limited number of journals.

At the same time, it should be noted that in a number of scientific fields, for example, in chemistry - nine out of ten articles do not have readers.

Here a logical question may arise – why don't scientists themselves take the process of spreading knowledge into their own hands? The significant pace of development of electronic publications did not solve the problem with the publishing house, today the influence of traditional publishers remains. The digitization of scientific works and their storage still remain in the department of the traditional publishing house, which has exclusive rights to use them, which the scientist has transferred to it. One can wonder about the ability of each publishing house to provide the proper conditions for the promotion of articles, their storage and disposal, given that every year the interest in research will decrease.

The current difficulties of the modern system of academic publications have set the scientific community the task of finding **other models for the distribution of scientific publications**, which, in contrast to the format of access of publishers, will have open access. These resources include:

1. Sci-Hub

In 2011, Kazakh neuroscientist Alexandra Elbakyan created Sci-Hub, an underground online scientific library. As a young scientist, she wanted access to expensive scientific literature, since the university where she studied does not have the money to provide her with access to all the scientific articles that she needs to develop, like any researcher, a bibliography describing current research in her scientific specialization. Elbakyan writes software that allows you to get free access to scientific publications. After that, she wrote the code for the Sci-Hub aggregator platform. French researcher G. Kabanak explains the growing success of the Sci-Hub platform by the fact that it has become a breakthrough in the world of scientific and technical information, which gives access to documents much faster than official resources. Even some researchers who have access to digital library subscriptions through their university library are turning to the Sci-Hub, which is much faster and more user-friendly. And now the site contains more than 95% of the world's scientific bibliography. However, major scientific publishers, such as Elsevier, won a lawsuit in a US court against Sci-Hub, Alexandra Elbakyan and other similar projects. However, these resources continue to gain popularity, as

очень ограниченному числу журналов.

Вместе с этим, нельзя не отметить, что в ряде научных областей, например, в химии - девять из десяти статей не имеют читателей.

Здесь может возникнуть закономерный вопрос – почему сами ученые не возьмут процесс распространения знаний в свои руки? Значительные темпы развития электронных публикаций не разрешили проблему с издательством, сегодня сохраняется влияние традиционных издателей. Оцифровка научных работ и их хранение, по-прежнему остаются в ведомстве традиционного издательства, который обладает эксклюзивными правами на их использование, которые ему передал ученый. Можно задаться вопросом о способности каждого издательства обеспечить должные условия для продвижения статей, их хранения и распоряжения, учитывая, что с каждым годом интерес к исследованию будет снижаться.

Актуальные трудности современной системы академических публикаций поставили перед научным сообществом задачу по поиску *иных моделей распространения научных публикаций*, которые в отличие от формата доступа издательств будут иметь открытый доступ. К таким ресурсам относятся:

1. Sci-Hub

В 2011 году казахстанский нейробиолог Александра Элбакян создала Sci-Hub, подпольную научную онлайн-библиотеку. Как молодой ученый она хотела получить доступ к дорогой научной литературе, поскольку университет, в котором она училась, не имеет денежных средств, чтобы предоставить ей доступ ко всем научным статьям, которые ей необходимы для разработки, как и у любого исследователя, библиографии, описывающей актуальные исследования по ее научной специализации. Элбакян пишет программное обеспечение, которое получить бесплатный доступ к научным публикациям. После этого она написала код для платформы-агрегатора Sci-Hub. Французский исследователь Г. Кабанак объясняет растущий успех платформы Sci-Hub тем, что она стала прорывом в мире научно-технической информации, который дает доступ к документам намного быстрее, чем официальные ресурсы. Даже некоторые исследователи, которые имеют доступ к подпискам на электронные библиотеки через свою университетскую библиотеку, обращаются Sci-Hub, который гораздо более быстрее и

удобнее для пользователя. И сейчас на сайте хранится более 95% мировой научной библиографии. Однако крупные научные издательства, например, такое как Elsevier, выиграл иск в суде США против Sci-Hub, Александры Элбакян и других аналогичных проектов. Однако эти ресурсы продолжают набирать популярность, так как

despite the trend of providing free access to publications, most articles continue to be sold by publishers. This situation persists also because publishing houses serve as an academic elevator, allowing researchers to move up the career ladder by increasing the number of scientific publications.

2. Unpaywall

Unlike the Sci-Hub, Unpaywall, which was also created in 2011, is integrated into thousands of library systems, search platforms, and other information products around the world. Thus, Unpaywall is a database of more than 20 million articles available to the search engine, which allows researchers to find articles in the public domain on the Internet. For example, when a researcher comes across an article in protected and paid access, Unpaywall checks whether the free and legal version is stored somewhere. And the search has become easier thanks to the browser extension launched in April 2017. Unpaywall is not considered an illegal aggregator of scientific journals. In fact, almost half of the articles found on the Internet are available somewhere in the free version with open access.

3. Google Scholar

The Google Scholar extension allows you to automatically search for the availability of a scientific article in the free version via academic social networks, such as ResearchGate or Academia, where researchers upload their articles.

4. Open Access Button (OAB)

With this extension, you can search for articles on the publisher's website or in the database. According to the bibliographic description, Open Access Button searches the Internet for copies of the work in the open access. It uses existing open access aggregators and open publications.

5. Lazy Scholar

The Lazy Scholar extension automatically searches for the full text in the public domain as soon as you open a scientific article. Lazy Scholar can connect with an educational institution to find full texts, even if the user is off-campus. In addition, the extension extracts additional information about the study, displays citation indicators.

Today, scientific publication takes various forms: articles,

несмотря на тенденцию предоставления свободного доступа к публикациям, большинство статей продолжают продаваться издательствами. Эта ситуация сохраняется еще и потому, что издательства выполняют функцию академического лифта, позволяя исследователям, увеличивая количество научных публикаций, двигаться по карьерной лестнице.

2. Unpaywall

В отличие от Sci-Hub, Unpaywall, который также был создан в 2011 году, интегрирован в тысячи библиотечных систем, поисковых платформ и других информационных продуктов по всему миру. Таким образом, Unpaywall представляет собой базу данных из более чем 20 миллионов статей, доступных для поисковой системы, что позволяет исследователям находить статьи в открытом доступе на просторах Интернета. Например, когда исследователь сталкивается со статьей в защищенном и платном доступе, Unpaywall проверяет, хранится ли где-нибудь бесплатная и легальная версия. А поиск стал проще благодаря для расширения браузера, запущенному в апреле 2017 года. Unpaywall не считается незаконным агрегатором научных журналов. Фактически, почти половина статей, найденных в Интернете, доступны где-то в бесплатной версии с открытым доступом.

3. Google Scholar

Расширение Google Scholar позволяет автоматически искать доступность научной статьи в бесплатной версии через академические социальные сети, такие как ResearchGate или Academia, где исследователи загружают свои статьи.

4. Open Access Button (OAB)

С помощью данного расширения можно искать статьи, на сайте издателя или в базе данных. По библиографическому описанию Open Access Button ищет в Интернете копии работы в открытом доступе. Он использует существующие агрегаторы открытого доступа и открытые публикации.

5. Lazy Scholar

Расширение Lazy Scholar автоматически ищет в свободном доступе полный текст, как только вы открываете научную статью. Lazy Scholar может установить связь с учебным заведением, чтобы найти полные тексты, даже если пользователь находится за пределами кампуса. Кроме того, расширение извлекает дополнительную информацию об исследовании, отображает показатели цитирования.

Сегодня научная публикация принимает различные формы: статьи,

monographs, essays, reports, lectures, etc. They are addressed to various audiences: fellow researchers, experts, teachers, graduate students and students.

The two most popular forms of open access scientific **publication are publications in open archives and publications in open journals.**

Research is one of the main elements of the work of a university teacher, along with teaching and administrative activities. **Research** is what is directly the dynamics of scientific knowledge, and academic research is research carried out by scientists who are affiliated with a particular research or educational institution. For this type of research, publication is an important step, along with conducting experiments, observations, interpretations, etc. It is a mistake to consider the research as a completed project, since the research always acts as part of the scientists ' desire to update the tasks and goals. **What determines the goals of scientific research?** There are a lot of possible answers to this question, but one of the actual determining factors is the involvement in a certain tradition of university division.

The concept of university education by V. von Humboldt is based on the traditions of the German Enlightenment - as a free interaction of a person with the surrounding world. The main focus is on the development of a person's abilities, which they try to develop in the process of internal self-education. This type of university follows the research imperative, that is, the focus is on generating new knowledge, not transferring it. That is, education through scientific research is the main idea of the Humboldt reform. In the conditions of the current stage of development of university education, the research university ceases to be relevant, the university becomes focused on the utilitarian request, loses its autonomy from the state. In other words, a research university today receives financial support for research from the state and foundations whose interests may influence the subject of research.

The English model of liberal university education, created by Cardinal J. G. Newman, excludes scientific research. This university is focused only on the process

монографии, очерки, сообщения, лекции и т.д. Они адресованы различным аудиториям: коллегам-исследователям, экспертам, преподавателям, аспирантам и студентам.

Двумя наиболее популярными формами научной публикации в открытом доступе являются *публикации в открытых архивах* и *публикации в открытых журналах*.

Проведение исследований является одним из основных элементов работы преподавателя университета, наряду с преподаванием и административной деятельностью. **Исследование** — это то, что непосредственно динамика научного знания, а академическое исследование – исследование, осуществляемое учеными, которые аффилированы с определенным исследовательским или образовательным учреждением. Для данного типа исследования публикация является важным этапом, наряду с проведением экспериментов, наблюдений, интерпретаций и т.д. Рассматривать исследование как завершённый проект будет ошибкой, поскольку исследование всегда выступает как часть стремления ученых к актуализации задач и целей. **Что определяет цели научных исследований?** Вариантов ответа на данный вопрос чрезвычайно много, но в качестве одного из актуальных детерминирующих факторов можно назвать причастность к определенной традиции разделения университетов.

Концепция университетского образования В. фон Гумбольдта базируется в традициях немецкого Просвещения - как свободное взаимодействие человека с окружающим миром. Основное внимание уделяется развитию способностей человека, которые они пытаются развивать в процессе внутреннего самообразования. Данный тип университета следует исследовательскому императиву, то есть в центре внимания находится генерация новых знаний, а не их передача. То есть образование через научные исследования является главной идеей реформы Гумбольдта. В условиях современной стадии развития университетского образования исследовательский университет перестает быть актуальной, университет становится ориентирован на утилитарный запрос, утрачивает автономность от государства. Иными словами, исследовательский университет сегодня получает финансовую поддержку исследований от государства и фондов, чьи интересы могут оказывать влияние на тематику проводимых исследований.

Английская модель либерального университетского образования, созданная кардиналом Дж.Г.Ньюманом, исключает научные исследования. Этот университет ориентирован только на процесс

education. Scientific research can be used in the educational process, but it must be conducted elsewhere. This model of the university today is characterized by adaptation to the demands of the global world and the flexibility of the forms of the educational process itself.

Thus, the main trend in the development of university education should be noted as a departure from the values of both research and liberal universities. A modern functioning university is inevitably focused on the **entrepreneurial format of organizing** both education and research. The modern university is characterized by the idea of business models for promotion in prestigious international rankings, to achieve high positions requires highly cited research results from university scientists. The implementation of free access to scientific publications for this type of academic relations is not possible, since publication becomes a condition for the commercial benefit of a particular university.

The citation index, which appeared in the second half of the XX century, allowed us to determine the best works. The ranking of journals is formed by the number of citations, scientists begin to strive to publish their work in such a journal, because otherwise the article will go unnoticed, since most universities around the world buy access only to highly cited journals. And since each journal has a natural monopoly, since its articles cannot be published elsewhere, the pricing is not limited, which contributes to the emergence of a publication crisis. Here, paradoxically, capitalist market relations have led to the emergence of stable monopolies.

On the website of one of the most highly rated educational institutions in the world - MIT (Massachusetts Institute of Technology), there is a page with claims against the largest publisher of scientific journals – Elsevier.

The profit of RELX, the parent company of Elsevier, in 2019 was US \$ 9.8 billion (Elsevier's profit is about 34% of the total profit of RELX.) The parent companies of publishers Informa, Taylor & Francis generated revenue of \$ 3.6 billion in 2019.

In public reports, Elsevier described the value they add to publications through their investment, including "coordinating the review, review, addition of text and links, and

образование. Научные исследования могут использоваться в процессе образования, но они должны проводиться в другом месте. Для этой модели университета сегодня характерна адаптация к запросам глобального мира и гибкость форм самого процесса образования.

Таким образом в качестве основной тенденции развития университетского образования следует отметить отхождение от ценностей как исследовательского, так и либерального университета. Современный функционирующий университет оказывается неизбежно ориентирован на *предпринимательский формат организации* как образования, так и исследования. Для современного университета характерна идея бизнес-моделей по продвижению в престижных международных рейтингах, для достижения высоких позиций требует высокоцитируемые результаты исследований от ученых университета. Реализация свободного доступа к научным публикациям для данного типа академических отношений не представляется возможной, поскольку публикация становится условием коммерческой выгоды конкретного университета.

Возникший во второй половине XX века такой параметр как индекс цитирования позволил определить лучшие работы. Формируется рейтинг журналов по количеству цитирований, ученые начинают стремиться опубликовать свою работу именно в таком журнале, поскольку в ином случае статья останется незамеченной, так как большинство университетов по всему миру покупает доступ только к высокоцитируемым журналам. И поскольку каждый журнал обладает естественной монополией, так как его статьи не могут быть опубликованы в другом месте, выставление цен оказывается ничем не ограниченным, что способствует возникновению публикационного кризиса. Здесь парадоксальным образом капиталистические рыночные отношения привели к возникновению устойчивых монополий.

На сайте одного из самых высокорейтинговых учебных заведений мира - MIT (Массачусетский технологический институт) есть страница с претензиями к крупнейшему издателю научных журналов – Elsevier. Прибыль RELX, материнской компании Elsevier, в 2019 году составила 9,8 млрд долларов США (Прибыль Elsevier составляет около 34% от общей прибыли RELX.) Выручка материнских компаний издателей Informa, Taylor & Francis выручка в 2019 году составила 3,6 млрд долларов США.

В публичных отчетах Elsevier описал ценность, которую они добавляют публикациям благодаря своим инвестициям, включая «координацию обзора, рассмотрения, добавления текста и ссылок, также

mechanisms of production and distribution". However, University of California economist T. Bergstrom came to the conclusion based on his calculations (including the price per citation) that 59% of Elsevier's publications are considered "low-quality".

The copyright agreement with Elsevier includes language requiring authors to opt out of the open access policy. Authors can share their manuscripts on their personal page or blog.

The innovative model of the public organization of knowledge is a popular principle of Wikipedia (an international encyclopedia that is the result of collective co-authorship). The material entered using the simple web mode can be supplemented, modified, or even deleted by others at their discretion. Of course, the scientific value of Wikipedia at the moment remains in question, but the very principle of "open access" is also relevant for the scientific community.

The speed of dissemination of research results is also important for the development of "open access". Modern science, however, is not limited to purely cognitive activity. Its functioning and development is conditioned by the practical and social needs of society. Science today, being the main source of innovation, is focused on creating new use values. Scientific innovations are the starting point of the modern science-intensive economy. The main requirement of modern society for scientific activity is the most useful innovations.

That is, there is an inflation of scientific publication, the research process itself is in danger of distortion, for the reason that a modern scientist is expected to publish dozens of works per year. The researcher is faced with the choice of publishing the work in a highly rated publication or exclusively on the Internet. In the absence of promotion from the university, the choice will be in favor of a traditional publishing house.

механизмы производства и распространения». Однако экономист Калифорнийского университета Т.Бергстром на пришел к выводу, основе своих расчетов (включая цену за цитирование) что 59% публикация Elsevier считаются «низкокачественными».

Соглашение об авторских правах с Elsevier включает формулировку, требующую от авторов отказаться от политики открытого доступа. Авторы могут делиться своими рукописями на своей личной странице или в блог.

Инновационная модель общественной организации знаний — это популярный принцип Википедии (международная энциклопедия, которая является результатом коллективного соавторства). Материал, введенный с помощью простого веб-режима, может быть дополнен, изменен или даже удален другими по своему усмотрению. Безусловно, научная ценность Википедии в настоящий момент остается под вопросом, однако сам принцип «открытого доступа» актуален также для научного сообщества.

Для развития «открытого доступа» важно и скорость распространения результатов исследования. Современная наука не сводится, однако, к чисто познавательной деятельности. Ее функционирование и развитие обусловлено практическими и социальными потребностями общества. Наука сегодня, являясь основным источником инновационной деятельности, ориентирована на создание новых потребительных стоимостей. Научные инновации являются исходным звеном современной наукоемкой экономики. Главное требование современного общества, предъявляемое к научной деятельности, – максимально полезные инновации.

То есть происходит инфляция научной публикации, сам процесс исследования оказывается под угрозой искажения, по той причине, что от современного ученого ожидается публикация десятков работ за год. Исследователь оказывается поставлен перед выбором публиковать работу в высокорейтинговом печатном органе или исключительно в Интернете. При отсутствии продвижения со стороны университета, выбор будет в пользу традиционного издательства.

* Critical evaluation of information in evidence-based medicine

Evidence-based medicine refers to medical care in which a patient's disease is cured based on the best available sources of scientific data.

British epidemiologist Professor A.Cochrane was the first to point out the importance of randomized controlled trials in health care in his 1972 book *Efficiency and Effectiveness: Random Reflections on Health Services*. These studies are now accepted as the gold standard for evaluating the effectiveness of medical treatments. However, it was only in 1996 that a group of clinicians and clinical epidemiologists led by D. A.Sackett, from Canada, helped the concept of evidence-based medicine enter the space of medical practice. His main motivation was to improve treatment in everyday clinical practice and to redefine the paternalistic nature of health care delivery.

Before that, each doctor was guided by their own conclusions and practical experience. However, relying on evidence requires that the physician not only takes into account their practical clinical experience when making decisions, but also can prove the effectiveness of the proposed treatment through the results of clinical trials. In other words, **no clinical trials, no treatment.**

Sackett's idea was useful for patients, as doctors had to justify themselves more in terms of treatment and only provide treatment if it was tested in clinical trials and experience. The patient should always receive the best possible treatment. This is what everyone who comes for treatment wants.

However, since the beginning of the discussion around evidence-based medicine, a number of questions have arisen about it. Not all doctors welcome developments that have found their application in the treatment of patients with evidence-based medicine. First of all, many criticize the restrictions on the freedom of diagnosis and treatment and describe evidence-based medicine as a "straitjacket for doctors." The problem becomes especially obvious when patients suffer from diseases that have not been proven to be effective. Critics argue that in the case of rare diseases for which there are no results of research conducted by large teams, individual medical experience and knowledge should take precedence over the requirement of external scientific evidence. Not least because of this, only more than 30 to 40 % of all medical measures are currently based on

- **Критическая оценка информации в доказательной медицине**

Под **доказательной медициной** понимается медицинская помощь, при которой заболевание пациенту излечивается на основе наилучших доступных источников научных данных.

Британский эпидемиолог профессор А.Кокрейн первым указал на важность рандомизированных контролируемых исследований в сфере здравоохранения в своей книге 1972 года «Эффективность и действенность: случайные размышления о службах здравоохранения».

Эти исследования в настоящее время приняты в качестве золотого стандарта для оценки эффективности медицинских методов лечения. Однако только в 1996 году группа клиницистов и клинических эпидемиологов во главе с Д.Сакеттом из Канады, помогла концепции доказательной медицины войти в пространство медицинской практики. Его основной мотивацией было улучшить лечение в повседневной клинической практике и пересмотр патерналистского характера оказания медицинских услуг.

До этого каждый врач руководствовался своими собственными заключениями и практическим опытом. Однако опора на доказательства требует, чтобы врач не только учитывал свой практический клинический опыт при принятии решений, но также мог доказать эффективность предлагаемого лечения посредством результатов клинических исследований. Иными словами - **никаких клинических исследований, никакого лечения.**

Идея Сакетта была полезна для пациентов, поскольку врачи должны были больше оправдывать себя в отношении лечения и проводить лечение только в том случае, если оно было проверено в клинических исследованиях и на опыте. Пациент всегда должен получать наилучшее лечение. Этого желает каждый, кто приходит на лечение.

Однако с момента возникновения дискуссии вокруг доказательной медицины к ней возник целый ряд вопросов. Не все врачи приветствуют разработки, которые нашли свое применение в лечении пациентов с помощью доказательной медицины. Прежде всего, многие критикуют ограничения свободы диагностики и лечения и описывают доказательную медицину как «смирительную рубашку для врачей». Проблема становится особенно очевидной, когда пациенты страдают от заболеваний, эффективность лечения которых не доказана. Критики утверждают, что в случае редких заболеваний, по которым нет результатов исследований, проведенных большими коллективами, индивидуальный медицинский опыт и знания должны иметь приоритет

над требованием внешних научных доказательств. Не в последнюю очередь из-за этого только более 30 - 40 % всех медицинских мер в настоящее время основаны на

proven scientific data.

The basic idea of evidence-based medicine is that the patient always gets the best treatment. Treatment, in the practice of which the doctor already has experience and the effectiveness of which is confirmed by clinical studies. In oncology, cardiology, and surgery, evidence-based medicine is the cornerstone. For these areas of medicine, research can be conducted, and these areas, also known as emergency medicine, by implementing which most patients experience a significant improvement in health. However, with chronic diseases, the medical system to a certain extent ceases to be effective. Chronic diseases are often genetic in nature or are the result of a lifestyle. This creates complex interactions that cannot be formalized. In the field of chronic diseases, evidence-based medicine requires **RCTs (randomized controlled trials)**, which are double-blind controlled trials involving a control group taking a placebo. Both doctors and patients don't know who will get the new active drug, who will get the older one, and who will get the placebo. In addition to the fact that evidence-based medicine is most effective for acute medical problems and reaches its limits in the case of chronic diseases that are complicated by the peculiarities of individual interactions, the implementation of RCTs is very expensive research and requires a lot of funding. Most of the money for better research goes to drug-related projects, not to healthy eating and healthy living. However, evidence-based medicine requires such studies (RCTs on healthy lifestyle), which are difficult to conduct in practice, and even more difficult to find funding for them. For example, research on proper nutrition is fraught with the following difficulties:

1. Healthy eating cannot be controlled with placebo groups . The patient sees what he eats in contrast to the use of medicinal products, when it is invisible to the patient, since it is encapsulated and purely externally identical to the drug.

2. It takes a long time to review changes in diet or stress management over the years, but it is not possible to monitor the diet 100%.

3. Large-scale research needs to be funded. There are no companies that make a lot of money on comprehensive healthy nutrition, let alone funding a multi-year study on

доказанных научных данных.

Основная идея доказательной медицины заключается в том, что пациент всегда получает наилучшее лечение. Лечение, в практике реализации которого врач уже имеет опыт и эффективность которого подтверждена клиническими исследованиями. В онкологии, кардиологии и хирургии доказательная медицина является краеугольным камнем. Для данных областей медицины можно провести исследования, и эти области, также известные как неотложная медицина, реализуя которую у большинства пациентов наблюдается значительное улучшение здоровья. Однако при хронических заболеваниях медицинская система в определенной степени перестает быть эффективной. Хронические заболевания часто имеют генетический характер или становятся следствием образа жизни. Это порождает сложные взаимодействия, которые невозможно формализовать. В области хронических заболеваний доказательная медицина требует проведения **РКИ (рандомизированных контролируемых исследований)**, которые представляют собой двойные слепые контролируемые исследования с участием контрольной группы, принимающей плацебо. И врачи, и пациенты не знают, кто получит новый активный препарат, кто получит более старый и кто получит плацебо. Кроме того, что доказательная медицина наиболее эффективна для острых медицинских проблем, и достигает своих пределов в случае хронических заболеваний, которые осложняются особенностями индивидуальных взаимодействий, осуществление РКИ очень дорогостоящее исследование и требует большого финансирования. Большая часть денег на лучшие исследования идет на проекты, связанные с наркотическими веществами, а не на здоровое питание и здоровый образ жизни. Однако доказательная медицина требует проведения таких исследований (РКИ по здоровому образу жизни), которые сложно провести на практике, и еще труднее найти для них финансирование. Так, например, исследования правильного питания сопряжены со следующими трудностями:

1. Здоровое питание нельзя контролировать с групп плацебо . Пациент видит, что ест в отличие от употребления лекарственных препаратов, когда это невидимо для пациента, поскольку инкапсулировано и чисто внешне идентично лекарственному препарату.

2. Требуется много времени, чтобы пересмотреть изменения в диете или режиме управления стрессом на протяжении многих лет, но проконтролировать соблюдение диеты на 100% невозможно.

3. Необходимо финансировать масштабные исследования. Нет

компаний, которые зарабатывает много денег на комплексном здоровом питании, не говоря уже о финансировании многолетнего исследования на

Digital transformation of the scientific environment

several billion rubles. Healthy eating has no beneficiaries who can fund the research. Thus, a healthy diet is not based on evidence - and in this case, the patient's health takes a back seat. Although prevention does not play a role in modern medicine, experts estimate that 80% of all chronic diseases can be prevented with a healthier diet and lifestyle. Modern medicine is based on treatment, not prevention. Because it is not based on evidence, as large long-term studies are expensive and time-consuming.

Evidence-based medicine is often criticized for the fact that large-scale studies have a certain bias (cognitive bias, "pre-stress»): the study sponsors want the results of the study to be positive.

In particular, the meta-analysis showed that very often there is a systematic error, and therefore many of these studies were not conducted correctly from a scientific point of view. The results of randomized controlled trials are subjected to "systematic errors" or "corrected" so that the effect of the drug is better represented.

If we assume that the study is a new chemotherapy drug that can cure patients at stage IV of the disease. Even assuming that an RCT study will lead to confirmation, several years of funding are required after that to evaluate these studies. And a few more years until these drugs are accepted, so that they can be characterized as drugs with proven effectiveness. That is, it takes about 10 years for a doctor to offer his patient a new tweed medication as a treatment, but patients do not have much time.

The patient in the spotlight for evidence-based medicine, in general clinical practice, must meet the expectations of large pharmaceutical companies. This is the reason why research and therapy for many chronic diseases are still in their infancy. There are many pilot studies-for example, interdisciplinary pilot studies on people with Crohn's disease and ulcerative colitis with certain diets and phytoextracts that lead to high rates of remission. But due to the lack of money for RCTs and natural therapies, these pilot studies remain unclaimed. This means that

несколько миллиардов рублей. У здорового питания нет бенефициаров, которые могли бы финансировать исследования. Таким образом, здоровая диета не основана на доказательствах - и в данном случае здоровье пациента отходит на второй план. Хотя профилактика и не играет роли в современной медицине, но по оценкам экспертов, от 80% всех хронических заболеваний можно предотвратить с помощью более здорового питания и образа жизни. Современная медицина основана на лечении, а не на профилактике. Потому что это не основано на доказательствах, поскольку большие долгосрочные исследования дороги и требуют много времени.

Доказательная медицина часто подвергается критике за то, что крупномасштабные исследования имеют определенную предвзятость (когнитивную предвзятость, «предварительный стресс»): спонсоры исследования хотят, чтобы результаты исследования были положительными.

В частности, метаанализ показал, что очень часто существует систематическая ошибка, и поэтому многие из этих исследований не были проведены правильно с научной точки зрения. Результаты рандомизированных контролируемых испытаний подвергаются «систематическим ошибкам» или «корректируются», чтобы действие лекарственного препарата было представлено лучше.

Если предположить, что исследование проходит новый препарат химиотерапии, способный вылечить больных на IV стадии заболевания. Даже если допустить, что проведение исследования по стандарту РКИ приведут к подтверждению, то после этого требуется несколько лет финансирования для оценки этих исследований. И еще несколько лет, пока эти препараты будут приняты, чтобы их можно было охарактеризовать как лекарства с доказанной эффективностью. То есть требуется около 10 лет, чтобы врач мог предложить своему пациенту в качестве лечения новый твид лекарства, но у пациентов не так много времени.

Пациент, находящийся в центре внимания для доказательной медицины, в общей клинической практике должен оправдывать ожидания крупных фармацевтических компаний. Это является причиной почему исследования и терапия многих хронических заболеваний все еще находятся в зачаточном состоянии. Существует много пилотных исследований - например, междисциплинарные пилотные исследования на людях с болезнью Крона и язвенным колитом с определенными диетами и фитоэкстрактами, которые приводят к высоким показателям ремиссии. Но из-за отсутствия денег на РКИ и естественные методы

лечения эти пилотные исследования остаются невостребованными. Это означает, что

these interventions, however successful, are also not evidence-based.

Complementary and alternative forms of medicine, such as naturopathy, nutritional advice, and complementary medicine, are in a difficult position. Thus, a healthy lifestyle is not based on evidence, but in a paradoxical way can actually help a large number of patients.

Evidence-based medicine evaluates and classifies clinical trials according to their informativeness. There are several classes of evidence. Higher classes of evidence offer a better scientific basis for a therapeutic recommendation.

Evidence Class Ia studies, for example, have the highest informative meta-analyses in randomized controlled trials. The division into evidence classes leads to the evaluation of the prescribed medical recommendations.

- * Level I evidence is considered the gold standard of medical knowledge because it is derived from randomized controlled clinical trials (RCTs). RCTs allow the results of clinical trials to be "free from any bias that might otherwise be introduced by the participants."

- * Level II evidence is not considered as reliable as Level I evidence, but it is still better than levels III and IV. Level II evidence comes from three different sources:

- * Controlled trials without randomization.

- * Cohort analytical studies.

- * Multiple time series studies (since RCTs cover only 10 to 40 percent of what physicians do [depending on the clinical field], it is often true that the best evidence available to clinicians is their own observable aggregate data).

- * Level III evidence is based on the opinion of experts who have narrowed their focus as much as possible in a complex area. The downside is that the sample sizes are usually too small and there are no control groups. This leaves a large margin for error if group statistics methods are not used to generalize the opinions of many experts.

- * "Evidence" at level IV is based on personal experience. This

эти вмешательства, какими бы успешными они ни были, также не основаны на фактических данных.

Дополнительные и альтернативные формы медицины, такие как натуропатия, советы по питанию и дополнительная медицина, находятся в трудном положении. Таким образом, здоровый образ жизни не основан на доказательствах, но парадоксальным образом действительно может помочь большому количеству пациентов.

Доказательная медицина оценивает и классифицирует клинические исследования в соответствии с их информативностью. Существует несколько классов доказательности. Более высокие классы доказательств предлагают лучшее научное обоснование терапевтической рекомендации.

Исследования класса доказательств Ia, например, имеют самую высокую информативность мета-анализы в рандомизированных контролируемых исследованиях. Разделение на классы доказательности приводит к оценке назначаемых медицинских рекомендаций.

- Доказательства уровня I считаются золотым стандартом медицинских знаний, поскольку они получены в результате рандомизированных контролируемых клинических испытаний (РКИ). РКИ позволяют результатам клинических испытаний быть «свободными от какой-либо предвзятости, которая в противном случае могла бы быть внесена участниками».
- Доказательства уровня II не считаются столь же надежными, как доказательства уровня I, но они все же лучше, чем уровни III и IV. Доказательства уровня II поступают из трех разных источников:
 - - Контролируемые испытания без рандомизации.
 - - Когортные аналитические исследования.
 - - Множественные исследования временных рядов (поскольку РКИ охватывают лишь от 10 до 40 процентов того, что делают врачи [в зависимости от клинической области], часто верно, что лучшие доказательства, доступные клиницистам, - это их собственные наблюдаемые совокупные данные).
- Доказательства уровня III основаны на мнении экспертов, которые максимально сузили свой фокус в сложной области. Обратной стороной является то, что размеры выборки обычно слишком малы и нет контрольных групп. Это оставляет большой запас для ошибки, если не используются методы групповой статистики для обобщения мнений

многих экспертов. «Доказательства» на уровне IV основаны на личном опыте. Это

the least desirable source of evidence, and it does not have any statistical validity.

In the context of everyday clinical practice, the following sequence of steps is applied:

1. Ask a question: The doctor should ask clear, structured questions that serve as a starting point for the study.
2. Search for information: the doctor must find suitable scientific publications.
3. Critical evaluation of information: analyze the found research results in accordance with the levels of evidence-based medicine (level of evidence).
4. Evaluate: the verified information must be adapted to the individual patient's situation.
5. Implement: based on the protocol.

Evidence-based medicine is focused on both patients and healthy people. Goal: to provide the best possible medical care. It may also mean that a particular measure is not being used - because there is no evidence of its effectiveness or another point in time seems more appropriate.

People want to trust medical information and treatment. Evidence-based medicine provides realistic answers to medical questions based on the best current scientific research, while also providing clarity on where there are still uncertainties. This data provides reliability to the extent that the evidence is available.

Evidence-based medicine reveals the advantages and disadvantages of certain medical measures, such as therapy, diagnostic procedures, examinations for early diagnosis, or rehabilitation. In this regard, people get all the information they need to make a decision. Even if patients do not need to know all the details of the therapy: many are rightly interested in how the treatment works and how it works. Based on the data, it is possible to understand the links, risk factors, modes of action, as well as the benefits and harms of treatment.

Through evidence-based medicine, doctors gain access to the best scientific knowledge currently available. Thanks to constant research and its results, the quality of medical care also improves over time. Both individual patients and the general population benefit from this.

Evidence-based medicine can also be used to evaluate

наименее желательный источник доказательств, и он не имеет какой-либо статистической достоверности.

В контексте повседневной клинической практической применяется следующая последовательность шагов:

1. Задать вопрос: врач должен задать четкие, структурированные вопросы, которые служат отправной точкой для исследования.
2. Искать информацию: врач должен найти подходящие научные публикации.
3. Критическая оценка информации: проанализировать найденные результаты исследований в соответствии с уровнями доказательной медицины (уровень доказательности).
4. Оценить: проверенную информацию необходимо адаптировать под индивидуальную ситуацию пациента.
5. Реализовать: основываясь на протоколе.

Доказательная медицина ориентирована как на пациентов, так и на здоровых людей. Цель: предоставить наилучшее медицинское обслуживание. Это также может означать, что определенная мера не используется - потому что нет доказательств ее эффективности или другой момент времени кажется более подходящим.

Люди хотят доверять медицинской информации и лечению. Доказательная медицина дает реалистичные ответы на медицинские вопросы, основанные на лучших текущих научных исследованиях, а также дает ясность в отношении того, где все еще есть неопределенности. Эти данные обеспечивают надежность в той мере, в какой имеются доказательства.

Доказательная медицина раскрывает преимущества и недостатки определенных медицинских мер, например терапии, диагностической процедуры, обследования для ранней диагностики или реабилитации. В этом отношении люди получают всю информацию, необходимую для принятия решения. Даже если пациентам не нужно знать все детали терапии: многие справедливо интересуются, как работает лечение и как оно действует. На основе данных можно понять связи, факторы риска, способы действия, а также преимущества и вред лечения.

С помощью доказательной медицины врачи получают доступ к лучшим доступным в настоящее время научным знаниям. Благодаря постоянным исследованиям и их результатам качество медицинской помощи со временем также повышается. От этого выигрывают как отдельные пациенты, так и все население.

Доказательная медицина также может использоваться

to assess whether there is sufficient knowledge of specific clinical issues and treatment options - for example, in cancer therapy. Where else are there gaps in knowledge and uncertainties? When evidence-based medicine detects a lack of information, a more focused study can be conducted.

Evidence-based medicine is not an end in itself. Experts explore the best scientific knowledge to achieve one goal: to improve people's health and treat diseases as best as possible. Therefore, evidence-based medicine specialists are guided by the needs, values and wishes of patients. This enables individual health care and serves the well-being of the community.

Criticism of evidence-based medicine.

It may seem strange to claim that evidence-based medicine is overrated. In European countries, evidence-based medicine is becoming the standard with which all medical practice should be correlated. To oppose evidence-based medicine, according to some researchers, is like suggesting a return to the use of leeches and a paternalistic approach to treatment.

Evidence-based medicine is an integral part of quality assurance in medicine. The advantages are a higher level of objectivity of the results. However, it should be noted that the following factors influence the popularity of the practice of evidence-based medicine:

- * Unpublished materials are not taken into account (for example, discontinued studies, partial studies).
- * Access to sources (open access) for tracking and verification is often limited.
- * The result depends on the availability of completed studies .
- * The applicability of the research result to a particular patient is not always specified.
- * The clinical applicability of, for example, medications may not be possible for some comorbidities.
- * There is no protection against falsified research.

Indeed, the notion that productive medical decisions should be based on evidence is generally accepted. As part of the implementation of the evidence-based approach, doctors use only those drugs and treatment methods whose effectiveness and benefits have been proven by scientific research. This approach is aimed at improving the quality of medical care while ensuring a more rational use of the limited resources of the system

для оценки того, достаточно ли знаний по отдельным клиническим вопросам и вариантам лечения - например, в терапии онкологии. Где еще есть пробелы в знаниях и неопределенности? Когда доказательная медицина обнаруживает недостаток информации, можно проводить более целенаправленное исследование.

Доказательная медицина не является самоцелью. Эксперты исследуют лучшие научные знания для достижения одной цели: как можно лучше укреплять здоровье людей и лечить болезни. Поэтому специалисты доказательной медицины ориентируются на потребности, ценности и пожелания пациентов. Это дает возможность индивидуального ухода за здоровьем и служит благополучию общества.

Критика доказательной медицины.

Может показаться странным утверждать, что доказательная медицина является переоцененной. В европейских странах доказательная медицина становится стандартом, с которым следует соотносить всю медицинскую практику. Выступать против доказательной медицины, по мнению ряда исследователей, всё равно, что предлагать вернуться к использованию пиявок и патерналистскому подходу к лечению.

Доказательная медицина - неотъемлемая часть обеспечения качества в медицине. Преимущества заключаются в более высоком уровне объективности результатов. Однако нельзя не отметить следующие факторы, влияющие на популярность практики доказательной медицины:

- Неопубликованные материалы не принимаются во внимание (например, прекращенные исследования, частичные исследования).
- Доступ к источникам (открытый доступ) для отслеживания и проверки часто является ограниченным.
- Результат зависит от наличия выполненных исследований.
- Применимость результата исследований к конкретному пациенту не всегда оговаривается.
- Клиническая применимость, например, лекарственных препаратов может быть невозможна при некоторых сопутствующих заболеваниях.
- Отсутствует защита от фальсифицированных исследований.

Действительно, представление о том, что продуктивные медицинские решения должны основываться на доказательствах, является общепринятым. В рамках реализации доказательного подхода врачи используют только те лекарства и методы лечения, эффективность и польза которых доказаны научными исследованиями. Этот подход направлен на повышение качества медицинской помощи при

обеспечении более рационального использования ограниченных ресурсов системы

health care. However, not every doctor has the time and the necessary knowledge to evaluate statistical data in order to adequately assess the quality of scientific research. In addition, according to many critics, evidence-based medicine has methodological limitations in many diseases.

Facts from everyday life - the more often they are confirmed, the more convincing the statement. The same is true in medicine. A single statement cannot be generalized and is therefore considered a poor proof. If something has been investigated in one or more high-quality studies, the evidence is considered good. In this case, it is necessary to carefully study both the benefits and the harms. As the quality of the research improves, more reliable claims can be made. If you combine this with the patient's wishes and the doctor's experience, the best decision can be made together.

If someone tries to use evidence obtained from medical research, they quickly realize that evidence is not synonymous with truth. The evidence may be refuted, it may be clarified, and its validity may change in the light of new results. Given this dynamic and changing nature, the question arises, what does the concept of evidence-based medicine mean? Evidence-based medicine is not implemented in ideal conditions, when the patient is a sheet on which all the health problems and their causes are set out, which the doctor should familiarize himself with, analyze research on this disease and apply a treatment protocol. The logic of this sequence of actions does not correspond to the reality of medical practice, when there are no specific issues that can be consistently studied.

According to critics of evidence-based medicine, this approach is characterized by a lack of integration of treatment and patient characteristics. Because in a large number of cases, the patient's disease develops beyond the collected data (comorbidities) about the development of the disease and may stop medical care, but still continue to need it.

For example, until the 1990s, parents of newborns were advised to put their children to sleep on their stomachs. American pediatrician Benjamin Spock, who in his 1958 work "The care of infants and children", which was published in millions of copies, expressed the opinion that the risk of choking on vomiting is much lower for an infant in the prone position than in the supine position. This is a statement based on

здоровоохранения. Однако не у каждого врача есть время и необходимые знания для оценки статистических данных, чтобы адекватно оценить качество научных исследований. Кроме того, по мнению многих критиков, доказательная медицина имеет методологические ограничения при многих заболеваниях.

Факты из повседневной жизни - чем чаще они подтверждаются, тем убедительнее утверждение. То же и в медицине. Единичное утверждение не может быть обобщено и поэтому считается плохим доказательством. Если что-то было исследовано в одном или нескольких высококачественных исследованиях, доказательства считаются хорошими. В этом случае необходимо тщательно изучить как пользу, так и вред. По мере повышения качества исследований могут быть сделаны более надежные утверждения. Если совместить это с пожеланиями пациента и опытом врача, лучшее решение можно будет принять вместе.

Если кто-то пытается использовать доказательства, полученные в результате медицинских исследований, быстро понимает, что доказательства не являются синонимом истины. Свидетельства могут быть опровергнуты, они могут быть уточнены, их достоверность может измениться в свете новых результатов. Учитывая этот динамичный и изменчивый характер, возникает вопрос, что означает понятие доказательной медицины? Доказательная медицина не реализуется в идеальных условиях, когда пациент представляет собой лист на котором изложены все проблемы со здоровьем и их причины, с которыми врач должен ознакомиться, проанализировать исследования по этой болезни и применить протокол лечения. Логичность этой последовательности действий не соотносится с реальностью врачебной практики, когда отсутствуют конкретные вопросы, которые можно было бы последовательно изучить.

По мнению критиков доказательной медицины, для данного подхода характерно отсутствие интеграции лечения и особенностей пациента. Поскольку в большом количестве случаев болезнь пациента развивается за пределами собранных данных (сопутствующие заболевания) о развитии болезни и может перестать медицинскую помощь, но все еще продолжать нуждаться в ней.

Например, вплоть до 1990-х родителям новорожденных советовали укладывать детей спать на живот. Американский педиатр Бенджамин Спок, который в своей работе 1958 года «Уход за младенцами и детьми», которое было издано миллионными тиражами, высказал мнение, что риск подавиться рвотой намного ниже для младенца в положении лежа на животе, чем в положении лежа на спине. Это утверждение,

ОСНОВАННОЕ НА

Digital transformation of the scientific environment

theoretical considerations have been accepted by a large number of pediatricians around the world over the years-without critical scientific review.

Today, it is a well-known fact for pediatrics that lying on your stomach is one of the most important risk factors for sudden infant death syndrome. The first evidence of this appeared in the seventies, but only twenty years later, due to numerous research results, health organizations asked parents to put their children to sleep on their backs again. As a result, the rate of sudden infant death in some developed countries has decreased by more than fifty percent in a very short time. Proponents of evidence-based medicine see this case as a prime example of how medical advice should always be based on statistics, not just the untested doctrines of individual experts. If a systematic analysis of the data from the study of the position of infants during sleep, which was already available at that time, had been carried out in the seventies, experts estimate that more than fifty thousand infant deaths could have been prevented worldwide.

The amount of published literature on medicine has been growing exponentially for many years. More than 10,000 specialized journals and more than 2,000,000 medical articles, as well as 10,000 randomized controlled trials per year, should no longer be assimilated by the entire medical community. The "half-life of knowledge" in medicine is now only five years - and this trend continues to decline. Therefore, in practice, the need for meaningful generalized and reliably evaluated information is becoming increasingly important.

In the socio-humanitarian theory, modernity is usually understood through the idea of global informatization, and the era itself is called the "information age". However, for example, for medical practice, the increasingly rapid growth of knowledge and the acceleration of the development of technical means of communication leads to a situation that is characterized by the emergence of misinformation as a result of an excessively large number of information sources.

However, the user is often disoriented by so many suggestions. Both the application of search methods and the evaluation of sources require certain skills. This is especially true for medical practice, where everyone involved in the process receives a real stream of new knowledge. Even today, in the information age,

теоретических соображениях, было принято большим количеством педиатров по всему миру на протяжении многих лет - без критического научного обзора.

Сегодня общеизвестным фактом для педиатрии является, что положение лежа на животе - один из важнейших факторов риска синдрома внезапной детской смерти. Первые подтверждения этого появились еще в семидесятые, но только через двадцать лет, из-за многочисленных результатов исследований, организации здравоохранения попросили родителей снова уложить своих детей спать на спине. В результате частота внезапной детской смерти в некоторых развитых странах снизилась более чем на пятьдесят процентов за очень короткое время. Сторонники доказательной медицины считают этот случай ярким примером того, как медицинские рекомендации всегда должны основываться на статистических данных, а не только на непроверенных доктринах отдельных экспертов. Если бы систематический анализ данных исследования положения младенцев во время сна, который уже был доступен в то время, проводился в семидесятых годах, по оценкам экспертов, во всем мире можно было бы предотвратить более пятидесяти тысяч младенческих смертей.

Количество опубликованной литературы по медицине экспоненциально растет в течение многих лет. Более 10 000 специализированных журналов и более 2 000 000 медицинских статей, а также 10 000 рандомизированных контролируемых исследований в год больше необходимо должны осваиваться всем медицинским сообществом. «Период полураспада знаний» в медицине составляет сейчас всего пять лет - и эта тенденция продолжает снижаться. Поэтому на практике потребность в содержательно обобщенной и надежно оцененной информации становится все более важной.

В социально-гуманитарной теории современность принято осмыслять через идею глобальной информатизации, а саму эпоху именовать «информационным веком». Однако, например, для медицинской практики всё более быстрый рост знаний и ускорение развития технических средств коммуникации приводит к ситуации, которая характеризуется возникновением дезинформацией в результате чрезмерно большого количества информационных источников.

Однако пользователь часто оказывается дезориентирован таким количеством предложений. Как применение методов поиска, так и оценка источников требуют определенных навыков. Это особенно актуально для медицинской практики, где каждый, кто вовлечен в процесс, получает настоящий поток новых знаний. Даже сегодня, в

информационный век,

medical education does not yet include the need to master the methods of systematic search and evaluation of information.

The inability to adequately analyze their own symptoms becomes especially dangerous for patients when patients perform self-diagnosis based on unverified sources of information and cannot give an adequate assessment of their condition. For example, combined oral contraceptives form a regular cycle, but the self-designation of drugs in this group does not affect the causes of menstrual cycle failure, but only creates an artificial cycle that does not stimulate the ovaries in any way, etc.; that is, after the withdrawal of hormones, the reproductive system will again return to its unhealthy state.

To practice evidence-based medicine, individuals need basic skills in interpreting epidemiological and statistical findings; access to evidence-based materials (it is rarely realistic for individual practitioners to search, evaluate, and filter primary evidence on their own); and some commitment or willingness to ask questions about what works on an ongoing basis.

At a broader level, like all new decision-making systems, evidence-based medicine needs several things to work: broad responsibility and commitment to its purpose; generally accepted methodological standards; the provision of easy-to-use evidence; trained professionals; and mechanisms for its implementation in everyday practice. All these components are gradually falling into place, although there is still a lot of work to be done to create them. Just as it took several decades for the car to become an everyday reality for most people, requiring things like freeways, driver's licenses, traffic and safety standards, gas stations, supertankers, and intercontinental pipelines, it will take a little longer for support structures for evidence-based medicine to become cheap and widely available, for evidence-based medicine to become a truly simple and "normal" part of everyday practice.

медицинское образование еще не включает в себе необходимость овладения методами систематического поиска и оценки информации.

Невозможность адекватного анализа собственных симптомов становится для пациентов особенно опасной, когда пациенты осуществляют самодиагностику, основываясь на непроверенных источниках информации и не могут дать адекватную оценку своего состояния. Так, например, комбинированные оральные контрацептивы формируют регулярный цикл, однако самоназначение препаратов данной группы не влияет на причины сбоя менструального цикла, а лишь создает искусственный цикл, который никаким образом не стимулирует работу яичников и т.д.; то есть после отмены гормонов репродуктивная система снова вернется в свое нездоровое состояние.

Чтобы практиковать доказательную медицину, людям необходимы основные навыки интерпретации эпидемиологических и статистических результатов; доступ к материалам, основанным на фактах (для отдельных практикующих специалистов редко бывает реально искать, оценивать и фильтровать первичные доказательства самостоятельно); и некоторая приверженность или готовность задавать вопросы о том, что работает на постоянной основе.

На более широком уровне, как и всем новым системам принятия решений, доказательной медицине для работы необходимо несколько вещей: широкая ответственность и приверженность своей цели; общепринятые методические стандарты; предоставление простых в использовании доказательств; обученные специалисты; и механизмы его внедрения в повседневную практику. Все эти компоненты постепенно становятся на свои места, хотя еще предстоит проделать большую работу по их созданию. Так же, как потребовалось несколько десятилетий, чтобы автомобиль стал повседневной реальностью для большинства людей, требуя таких вещей, как автострады, водительские права, стандарты дорожного движения и безопасности, заправочные станции, супертанкеры и межконтинентальные трубопроводы, потребуется немного больше времени, чтобы структуры поддержки для доказательной медицины должны стать дешевыми и широко доступными, чтобы доказательная медицина стала действительно простой и «нормальной» частью повседневной практики.

Основные понятия

Открытый доступ – (англ. Open access (ОА, ОД)) — собирательный термин, обозначающий ряд принципов и практик, которые обеспечивают

бесплатный, оперативный, постоянный, полнотекстовый онлайн доступ к научным публикациям.

Доказательная медицина – это раздел медицины, основанный на доказательствах, предполагающий поиск, сравнение, обобщение и широкое распространение полученных доказательств для использования в интересах больных.

Рандомизация – метод, который использует случайный порядок отнесения участников испытания к сравниваемым группам, например на основе таблицы случайных чисел или случайной последовательности чисел, генерируемой компьютером

Контрольные вопросы

? Приведите примеры, которые отражают влияние цифровой среды на проведение научного исследования.

? Приведите аргументы за/против открытого доступа к исследованиям в Российской Федерации/в мире.

? Какие базовые принципы лежат в основе доказательной медицины?

Applications

Read the texts; define the main points reproducing philosophical aspects of the appearance, functioning, and development of science.

Application 1

Samir Okasha

Philosophy of Science: A Very Short Introduction
Oxford University Press Inc., New York, 2002, 149 p. Pp.1–2

What is science?

This question may seem easy to answer: everybody knows that subjects such as physics, chemistry, and biology constitute science, while subjects such as art, music, and theology do not. But when as philosophers we ask what science is, that is not the sort of answer we want. We are not asking for a mere list of the activities that are usually called science'. Rather, we are asking what common feature all the things on that list share, i. e. what it is that makes something a science. Understood this way, our question is not so trivial.

But you may still think the question is relatively straightforward. Surely science is just the attempt to understand, explain, and predict the world we live in? This is certainly a reasonable answer. But is it the whole story? After all, the various religions also attempt to understand and explain the world, but religion is not usually regarded as a branch of science. Similarly, astrology and fortunetelling are attempts to predict the future, but most people would not describe these activities as science. Or consider history. Historians try to understand and explain what happened in the past, but history is usually classified as an arts subject not a science subject. As with many philosophical questions, the question 'what is science?' turns out to be trickier than it looks at first sight.

Many people believe that the distinguishing features of science lie in the particular methods scientists use to investigate the world. This suggestion is quite plausible. For many sciences do employ distinctive methods of enquiry that are not found in non-scientific disciplines. An obvious example is the use of experiments, which historically marks a turning-point in the development of modern science. Not all the sciences are experimental though – astronomers

obviously cannot do experiments on the heavens, but have to content themselves

with careful observation instead. The same is true of many social sciences. Another important feature of science is the construction of theories. Scientists do not simply record the results of experiment and observation in a log book – they usually want to explain those results in terms of a general theory. This is not always easy to do, but there have been some striking successes. One of the key problems in philosophy of science is to understand how techniques such as experimentation, observation, and theory-construction have enabled scientists to unravel so many of nature's secrets.

Application 2

Samir Okasha

Philosophy of Science: A Very Short Introduction

Oxford University Press Inc., New York, 2002, 149 p. Pp.2–11.

The origins of modern science

In today's schools and universities, science is taught in a largely 'it ahistorical way. Textbooks present the key ideas of a scientific discipline in as convenient a form as possible, with little mention of the lengthy and often tortuous historical process that led to their discovery. As a pedagogical strategy, this makes good sense. But some appreciation of the history of scientific ideas is helpful for understanding the issues that interest philosophers of science. Indeed as we shall see in Chapter 5, it has been argued that close attention to the history of science is indispensable for doing good philosophy of science.

The origins of modern science lie in a period of rapid scientific development that occurred in Europe between the years 1500 and 1750, which we now refer to as the scientific revolution. Of course scientific investigations were pursued in ancient and medieval times too – the scientific revolution did not come from nowhere. In these earlier periods the dominant world-view was Aristotelianism, named after the ancient Greek philosopher Aristotle, who put forward detailed theories in physics, biology, astronomy, and cosmology. But Aristotle's ideas would seem very strange to a modern scientist, as would his methods of enquiry. To pick just one example, he believed that all earthly bodies are composed of just four elements: earth, fire, air, and water. This view is obviously at odds with what modern chemistry tells us.

The first crucial step in the development of the modern scientific world-view was the Copernican revolution. In 1542 the Polish astronomer Nicolas Copernicus (1473-1543) published a book attacking the geocentric model of the universe, which placed the stationary earth at the centre of the universe with the planets and the sun in orbit around it. Geocentric astronomy, also known as Ptolemaic astronomy after the ancient Greek astronomer Ptolemy, lay at the heart of the Aristotelian world-view, and had gone largely unchallenged for 1,800 years. But Copernicus suggested an alternative: the sun was the fixed centre of the universe, and the planets, including the earth, were in orbit around the sun. On this heliocentric model the earth is regarded as just another planet, and so loses the unique status that tradition had accorded it. Copernicus' theory initially met with much resistance, not least from the Catholic Church who regarded it as contravening the Scriptures and in 1616 banned books advocating the earth's motion. But within 100 years Copernicanism had become established scientific orthodoxy.

Copernicus' innovation did not merely lead to a better astronomy. Indirectly, it led to the development of modern physics, through the work of Johannes Kepler (1571-1630) and Galileo Galilei (1564-1642). Kepler discovered that the planets do not move in circular orbits around the sun, as Copernicus thought, but rather in ellipses. This was his crucial 'first law' of planetary motion; his second and third laws specify the speeds at which the planets orbit the sun.

Taken together, Kepler's laws provided a far superior planetary theory than had ever been advanced before, solving problems that had confounded astronomers for centuries. Galileo was a life-long supporter of Copernicanism, and one of the early pioneers of the telescope. When he pointed his telescope at the heavens, he made a wealth of amazing discoveries, including mountains on the moon, a vast array of stars, sun-spots, and Jupiter's moons. All of these conflicted thoroughly with Aristotelian cosmology, and played a pivotal role in converting the scientific community to Copernicanism.

Galileo's most enduring contribution, however, lay not in astronomy but in mechanics, where he refuted the Aristotelian theory that heavier bodies fall faster than lighter ones. In place of this theory, Galileo made the counter-intuitive suggestion that all freely falling bodies will fall towards the earth at the same rate, irrespective of their weight. (Of course in practice, if you drop a feather and a cannon-ball from the same height the cannon-ball will land first, but Galileo argued that this is simply due to air resistance – in a vacuum, they would land together.) Furthermore, he argued that freely falling bodies

accelerate uniformly, i. e. gain equal increments of speed in equal times; this is known as Galileo's law of free-fall. Galileo provided persuasive though not totally conclusive evidence for this law, which formed the centrepiece of his theory of mechanics.

Galileo is generally regarded as the first truly modern physicist. He was the first to show that the language of mathematics could be used to describe the behaviour of actual objects in the material world, such as falling bodies, projectiles, etc. To us this seems obvious – today's scientific theories are routinely formulated in mathematical language, not only in the physical sciences but also in biology and economics. But in Galileo's day it was not obvious: mathematics was widely regarded as dealing with purely abstract entities, and hence inapplicable to physical reality. Another innovative aspect of Galileo's work was his emphasis on the importance of testing hypotheses experimentally. To the modern scientist, this may again seem obvious. But at the time that Galileo was working, experimentation was not generally regarded as a reliable means of gaining knowledge. Galileo's emphasis on experimental testing marks the beginning of an empirical approach to studying nature that continues to this day.

The period following Galileo's death saw the scientific revolution rapidly gain in momentum. The French philosopher, mathematician, and scientist Rene Descartes (1596-1650) developed a radical new 'mechanical philosophy', according to which the physical world consists simply of inert particles of matter interacting and colliding with one another. The laws governing the motion of these particles or 'corpuscles' held the key to understanding the structure of the Copernican universe, Descartes believed. The mechanical philosophy promised to explain all observable phenomena in terms of the motion of these inert, insensible corpuscles, and quickly became the dominant scientific vision of the second half of the XVII-th century; to some extent it is still with us today. Versions of the mechanical philosophy were espoused by figures such as Huygens, Gassendi, Hooke, Boyle, and others; its widespread acceptance marked the final downfall of the Aristotelian world-view.

The scientific revolution culminated in the work of Isaac Newton (1643-1727), whose achievements stand unparalleled in the history of science. Newton's masterpiece was his *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, published in 1687. Newton agreed with the mechanical philosophers that the universe consists simply of particles in motion, but sought to improve on Descartes' laws of motion and rules of collision. The result was a dynamical and mechanical theory of great power, based around Newton's three laws of motion

and his famous principle of universal gravitation. According to this principle, every body in the universe exerts a gravitational attraction on every other body; the strength of the attraction between two bodies depends on the product of their masses, and on the distance between them squared. The laws of motion then specify how this gravitational force affects the bodies' motions. Newton elaborated his theory with great mathematical precision and rigour, inventing the mathematical technique we now call 'calculus'. Strikingly, Newton was able to show that Kepler's laws of planetary motion and Galileo's law of free-fall (both with certain minor modifications) were logical consequences of his laws of motion and gravitation. In other words, the very same laws would explain the motions of bodies in both terrestrial and celestial domains, and were formulated by Newton in a precise quantitative form.

Newtonian physics provided the framework for science for the next 200 years or so, quickly replacing Cartesian physics. Scientific confidence grew rapidly in this period, due largely to the success of Newton's theory, which was widely believed to have revealed the true workings of nature, and to be capable of explaining everything, in principle at least. Detailed attempts were made to extend the Newtonian mode of explanation to more and more phenomena. The XVIII-th and XIX-th centuries both saw notable scientific advances, particularly in the study of chemistry, optics, energy, thermodynamics, and electromagnetism. But for the most part, these developments were regarded as falling within a broadly Newtonian conception of the universe. Scientists accepted Newton's conception as essentially correct; all that remained to be done was to fill in the details.

Confidence in the Newtonian picture was shattered in the early years of the XX-th century, thanks to two revolutionary new developments in physics: relativity theory and quantum mechanics. Relativity theory, discovered by Einstein, showed that Newtonian mechanics does not give the right results when applied to very massive objects, or objects moving at very high velocities. Quantum mechanics, conversely, shows that the Newtonian theory does not work when applied on a very small scale, to subatomic particles. Both relativity theory and quantum mechanics, especially the latter, are very strange and radical theories, making claims about the nature of reality that many people find hard to accept or even understand. Their emergence caused considerable conceptual upheaval in physics, which continues to this day.

So far our brief account of the history of science has focused mainly on physics. This is no accident, as physics is both historically very important and in a sense the most fundamental of all scientific disciplines. For the objects that

other sciences study are themselves made up of physical entities. Consider botany, for example. Botanists study plants, which are ultimately composed of molecules and atoms, which are physical particles. So botany is obviously less fundamental than physics – though that is not to say it is any less important. But even a brief description of modern science's origins would be incomplete if it omitted all mention of the non-physical sciences.

In biology, the event that stands out is Charles Darwin's discovery of the theory of evolution by natural selection, published in *The Origin of Species* in 1859. Until then it was widely believed that the different species had been separately created by God, as the Book of Genesis teaches. But Darwin argued that contemporary species have actually evolved from ancestral ones, through a process known as natural selection. Natural selection occurs when some organisms leave more offspring than others, depending on their physical characteristics; if these characteristics are then inherited by their offspring, over time the population will become better and better adapted to the environment. Simple though this process is, over a large number of generations it can cause one species to evolve into a wholly new one, Darwin argued. So persuasive was the evidence Darwin adduced for his theory that by the start of the XX-th century it was accepted as scientific orthodoxy, despite considerable theological opposition. Subsequent work has provided striking confirmation of Darwin's theory, which forms the centrepiece of the modern biological world-view.

The XX-th century witnessed another revolution in biology that is not yet complete: the emergence of molecular biology, in particular molecular genetics. In 1953 Watson and Crick discovered the structure of DNA, the hereditary material that makes up the genes in the cells of living creatures. Watson and Crick's discovery explained how genetic information can be copied from one cell to another, and thus passed down from parent to offspring, thereby explaining why offspring tend to resemble their parents. Their discovery opened up an exciting new area of biological research. In the 50 years since Watson and Crick's work, molecular biology has grown fast, transforming our understanding of heredity and of how genes build organisms. The recent attempt to provide a molecular-level description of the complete set of genes in a human being, known as the Human Genome Project, is an indication of how far molecular biology has come. The XXI-st century will see further exciting developments in this field.

More resources have been devoted to scientific research in the last hundred years than ever before. One result has been an explosion of new scientific

disciplines, such as computer science, artificial intelligence, linguistics, and neuroscience. Possibly the most significant event of the last 30 years is the rise of cognitive science, which studies various aspects of human cognition such as perception, memory, learning, and reasoning, and has transformed traditional psychology. Much of the impetus for cognitive science comes from the idea that the human mind is in some respects similar to a computer, and thus that human mental processes can be understood by comparing them to the operations computers carry out. Cognitive science is still in its infancy, but promises to reveal much about the workings of the mind. The social sciences, especially economics and sociology, have also flourished in the XX-th century, though many people believe they still lag behind the natural sciences in terms of sophistication and rigour.

Application 3

Samir Okasha

Philosophy of Science: A Very Short Introduction

Oxford University Press Inc., New York, 2002, 149 p. Pp.120–129.

Science and its critics

Many people take it for granted that science is a good thing, for obvious reasons. After all, science has given us electricity, safe drinking water, penicillin, contraception, air travel, and much more – all of which have undoubtedly benefited humanity. But despite these impressive contributions to human welfare, science is not without its critics. Some argue that society spends too much money on science at the expense of the arts; others hold that science has given us technological capabilities we would be better off without, such as the capacity to produce weapons of mass destruction. Certain feminists argue that science is objectionable because it is inherently male-biased; those of religious persuasion often feel that science threatens their faith; and anthropologists have accused Western science of arrogance, on the grounds that it blithely assumes its superiority to the knowledge and beliefs of indigenous cultures around the world. This by no means exhausts the list of criticisms to which science has been subject, but in this chapter we confine our attention to three that are of particular philosophical interest.

Scientism

The words 'science' and 'scientific' have acquired a peculiar cachet in modern times. If someone accuses you of behaving 'unscientifically', they are almost certainly criticizing you. Scientific conduct is sensible, rational, and praiseworthy; unscientific conduct is foolish, irrational, and worthy of contempt. It is difficult to know why the label 'scientific' should have acquired these connotations, but it is probably something to do with the high status in which science is held in modern society. Society treats scientists as experts, whose opinions are regularly sought on matters of importance and for the most part accepted without question. Of course, everybody recognizes that scientists sometimes get it wrong – for example, scientific advisers to the British government in the 1990s declared that 'mad cow disease' posed no threat to humans, only to be proved tragically mistaken. But occasional hiccups of this sort tend not to shake the faith that the public place in science, nor the esteem in which scientists are held. In the West at least, scientists are viewed much as religious leaders used to be: possessors of specialized knowledge that is inaccessible to the laity.

'Scientism' is a pejorative label used by some philosophers to describe what they see as science-worship - the over-reverential attitude towards science found in many intellectual circles. Opponents of scientism argue that science is not the only valid form of intellectual endeavour, and not the uniquely privileged route to knowledge. They often stress that they are not anti-science per se; what they are opposed to is the privileged status accorded to science, particularly natural science, in modern society, and the assumption that the methods of science are necessarily applicable to every subject matter. So their aim is not to attack science but to put it in place - to show that science is simply one among equals, and to free other disciplines from the tyranny that science supposedly exerts over them.

Scientism is obviously quite a vague doctrine, and since the term is in effect one of abuse, almost nobody would admit to believing it. Nonetheless, something quite like science-worship is a genuine feature of the intellectual landscape. This is not necessarily a bad thing - perhaps science deserves to be worshipped. But it is certainly a real phenomenon. One field that is often accused of science-worship is contemporary Anglo-American philosophy (of which philosophy of science is just one branch). Traditionally, philosophy is regarded as a humanities subject, despite its close historical links to mathematics and science, and with good reason. For the questions that philosophy addresses include the nature of knowledge, of morality, of rationality, of human well-

being, and more, none of which appear soluble by scientific methods. No branch of science tells us how we should lead our lives, what knowledge is, or what human happiness involves; these are quintessentially philosophical questions.

Despite the apparent impossibility of answering philosophical questions through science, quite a few contemporary philosophers do believe that science is the only legitimate path to knowledge. Questions that cannot be resolved by scientific means are not genuine questions at all, they hold. This view is often associated with the late Willard van Orman Quine, arguably the most important American philosopher of the XX-th century. The grounds for the view lie in a doctrine called 'naturalism', which stresses that we human beings are part and parcel of the natural world, not something apart from it, as was once believed. Since science studies the whole of the natural world, surely it should be capable of revealing the complete truth about the human condition, leaving nothing left for philosophy? Adherents of this view sometimes add that science undeniably makes progress, while philosophy seems to discuss the same questions for centuries on end. On this conception, there is no such thing as distinctively philosophical knowledge, for all knowledge is scientific knowledge. In so far as there is a role for philosophy at all, it consists in 'clarifying scientific concepts' - clearing the brush so that scientists can get on with their work.

Not surprisingly, many philosophers reject this subordination of their discipline to science; this is one of the main sources of opposition to scientism. They argue that philosophical enquiry reveals truths about a realm that science cannot touch. Philosophical questions are incapable of being resolved by scientific means, but are none the worse for that: science is not the only path to the truth. Proponents of this view can allow that philosophy should aim to be consistent with the sciences, in the sense of not advancing claims that conflict with what science teaches us. And they can allow that the sciences deserve to be treated with great respect. What they reject is scientific imperialism - the idea that science is capable of answering all the important questions about man and his place in nature. Advocates of this position usually think of themselves as naturalists too. They do not normally hold that we humans are somehow outside the natural order, and so exempt from the scope of science. They allow that we are just another biological species, and that our bodies are ultimately composed of physical particles, like everything else in the universe. But they deny that this implies that scientific methods are appropriate for addressing every question of interest.

A similar issue arises regarding the relation between the natural sciences and the social sciences. Just as philosophers sometimes complain of 'science

worship' in their discipline, so social scientists sometimes complain of 'natural science worship' in theirs. There is no denying that the natural sciences - physics, chemistry, biology, etc. - are in a more advanced state than the social sciences - economics, sociology, anthropology, etc. A number of people have wondered why this is so. It can hardly be because natural scientists are smarter than social scientists. One possible answer is that the methods of the natural sciences are superior to those of the social sciences. If this is correct, then what the social sciences need to do to catch up is to ape the methods of the natural sciences. And to some extent, this has actually happened. The increasing use of mathematics in the social sciences may be partly a result of this attitude. Physics made a great leap forward when Galileo took the step of applying mathematical language to the description of motion; so it is tempting to think that a comparable leap forward might be achievable in the social sciences, if a comparable way of 'mathematicizing' their subject matter can be found.

However, some social scientists strongly resist the suggestion that they should look up to the natural sciences in this way, just as some philosophers strongly resist the idea that they should look up to science as a whole. They argue that the methods of natural science are not necessarily appropriate for studying social phenomena. Why should the very same techniques that are useful in astronomy, for example, be equally useful for studying societies? Those who hold this view deny that the more advanced state of the natural sciences is attributable to the distinctive methods of enquiry they employ, and thus see no reason to extend those methods to the social sciences. They often point out that the social sciences are younger than the natural sciences, and that the complex nature of social phenomena makes successful social science very hard to do.

Neither the scientism issue nor the parallel issue about natural and social science is easy to resolve. In part, this is because it is far from clear what exactly the 'methods of science', or the 'methods of natural science', actually comprise - a point that is often overlooked by both sides in the debate. If we want to know whether the methods of science are applicable to every subject matter, or whether they are capable of answering every important question, we obviously need to know what exactly those methods are. But as we have seen in previous chapters, this is much less straightforward a question than it seems. Certainly we know some of the main features of scientific enquiry: induction, experimental testing, observation, theory construction, inference to the best explanation, and so on. But this list does not provide a precise definition of 'the scientific method'. Nor is it obvious that such a definition could be provided. Science

changes greatly over time, so the assumption that there is a fixed, unchanging 'scientific method', used by all scientific disciplines at all times, is far from inevitable. But this assumption is implicit both in the claim that science is the one true path to knowledge and in the counter-claim that some questions cannot be answered by scientific methods. This suggests that, to some extent at least, the debate about scientism may rest on a false presupposition.

Science and religion

The tension between science and religion is old and well documented. Perhaps the best-known example is Galileo's clash with the Catholic Church. In 1633 the Inquisition forced Galileo to publicly recant his Copernican views, and condemned him to spend the last years of his life under house arrest in Florence. The Church objected to the Copernican theory because it contravened the Holy Scriptures, of course. In recent times, the most prominent science/religion clash has been the bitter dispute between Darwinists and creationists in the United States, which will be our focus here.

Theological opposition to Darwin's theory of evolution is nothing new. When the *Origin of Species* was published in 1859, it immediately attracted criticism from churchmen in England. The reason is obvious: Darwin's theory maintains that all current species, including humans, have descended from common ancestors over a long period of time. This theory clearly contradicts the Book of Genesis, which says that God created all living creatures over a period of six days. So the choice looks stark: either you believe Darwin or you believe the Bible, but not both. Nonetheless, many committed Darwinians have found ways to reconcile their Christian faith with their belief in evolution - including a number of eminent biologists. One way is simply not to think about the clash too much. Another, more intellectually honest way is to argue that the Book of Genesis should not be interpreted literally - it should be regarded as allegorical, or symbolic. For after all, Darwin's theory is quite compatible with the existence of God, and with many other tenets of Christianity. It is only the literal truth of the biblical story of creation that Darwinism rules out. So a suitably attenuated version of Christianity can be rendered compatible with Darwinism.

However, in the United States, particularly in the Southern states, many evangelical Protestants have been unwilling to bend their religious beliefs to fit scientific findings. They insist that the biblical account of creation is literally true, and that Darwin's theory of evolution is therefore completely wrong. This opinion is known as 'creationism', and is accepted by some 40 % of the adult population in the US, a far greater proportion than in Britain and Europe. Creationism is a powerful political force, and has had considerable influence on

the teaching of biology in American schools, much to the dismay of scientists. In the famous 'monkey trial' of the 1920s, a Tennessee school teacher was convicted of teaching evolution to his pupils, in violation of state law. (The law was finally overturned by the Supreme Court in 1967.) In part because of the monkey trial, the subject of evolution was omitted altogether from the biology curriculum in US high schools for many decades. Generations of American adults grew up knowing nothing of Darwin.

This situation began to change in the 1960s, sparking a fresh round of battles between creationists and Darwinists, and giving rise to the movement called 'creation science'. Creationists want high school students to learn the biblical story of creation, exactly as it appears in the Book of Genesis. But the American constitution prohibits the teaching of religion in public schools. The concept of creation science was designed to circumvent this. Its inventors argued that the biblical account of creation provides a better scientific explanation of life on earth than Darwin's theory of evolution. So teaching biblical creation does not violate the constitutional ban, for it counts as science, not religion! Across the Deep South, demands were made for creation science to be taught in biology classes, and they were very often heeded. In 1981 the state of Arkansas passed a law calling for biology teachers to give 'equal time' to evolution and to creation science, and other states followed suit. Though the Arkansas law was ruled unconstitutional by a federal judge in 1982, the call for 'equal time' continues to be heard today. It is often presented as a fair compromise - faced with two conflicting sets of beliefs, what could be fairer than giving equal time to each? Opinion polls show that an overwhelming majority of American adults agree: they want creation science to be taught alongside evolution in the public schools.

However, virtually all professional biologists regard creation science as a sham - a dishonest and misguided attempt to promote religious beliefs under the guise of science, with extremely harmful educational consequences. To counter this opposition, creation scientists have put great effort into trying to undermine Darwinism. They argue that the evidence for Darwinism is very inconclusive, so Darwinism is not established fact but rather just a theory. In addition, they have focused on various internal disputes among Darwinians, and picked on a few incautious remarks by individual biologists, in an attempt to show that disagreeing with the theory of evolution is scientifically respectable. They conclude that since Darwinism is 'Just a theory', students should be exposed to alternative theories too - such as the creationist one that God made the world in six days.

In a way, the creationists are perfectly correct that Darwinism is 'just a theory' and not proven fact. It is never possible to prove that a scientific theory is true, in the strict sense of proof, for the inference from data to theory is invariably non-deductive. But this is a general point - it has nothing to do with the theory of evolution per se. By the same token, we could argue that it is 'Just a theory' that the earth goes round the sun, or that water is made of H₂O, or that unsupported objects tend to fall, so students should be presented with alternatives to each of these. But creation scientists do not argue this. They are not sceptical about science as a whole, but about the theory of evolution in particular. So if their position is to be defensible, it cannot simply turn on the point that our data doesn't guarantee the truth of Darwin's theory. For the same is true of every scientific theory and indeed of most common-sense beliefs too.

To be fair to the creation scientists, they do offer arguments that are specific to the theory of evolution. One of their favourite arguments is that the fossil record is extremely patchy, particularly when it comes to the supposed ancestors of *Homo sapiens*. There is some truth in this charge. Evolutionists have long puzzled over the gaps in the fossil record. One persistent puzzle is why there are so few 'transition fossils' - fossils of creatures intermediate between two species. If later species evolved from earlier ones as Darwin's theory asserts, surely we would expect transition fossils to be very common? Creationists take puzzles of this sort to show that Darwin's theory is just wrong. But the creationist arguments are unconvincing, notwithstanding the real difficulties in understanding the fossil record. For fossils are not the only or even the main source of evidence for the theory of evolution, as creationists would know if they had read *The Origin of Species*. Comparative anatomy is another important source of evidence, as are embryology, biogeography, and genetics. Consider, for example, the fact that humans and chimpanzees share 98 % of their DNA. This and thousands of similar facts make perfect sense if the theory of evolution is true, and thus constitute excellent evidence for the theory. Of course, creation scientists can explain such facts too. They can claim that God decided to make humans and chimpanzees genetically similar, for reasons of His own. But the possibility of giving 'explanations' of this sort really just points to the fact that Darwin's theory is not logically entailed by the data. As we have seen, the same is true of every scientific theory. The creationists have merely highlighted the general methodological point that data can always be explained in a multitude of ways. This point is true, but shows nothing special about Darwinism.

Though the arguments of the creation scientists are uniformly unsound, the creationist/Darwinist controversy does raise important questions concerning science education. How should the clash between science and faith be dealt with in a secular education system? Who should determine the content of high-school science classes? Should tax payers have a say in what gets taught in the schools they pay for? Should parents who don't want their children to be taught about evolution, or some other scientific matter, be overruled by the state? Public policy matters such as these normally receive little discussion, but the clash between Darwinists and creationists has brought them to prominence.

Application 4

Karl Popper

Science: Conjectures and Refutation// A lecture given at Peterhouse, Cambridge, in Summer 1953.

Philosophy of Science: a Personal Report' in British Philosophy in Mid-Century, ed. C. A. Mace, 1957.

I

...

The problem which troubled me at the time was neither, 'When is a theory true?' nor, 'When is a theory acceptable?' My problem was different. I wished to distinguish between science and pseudo-science; knowing very well that science often errs, and that pseudo-science may happen to stumble on the truth.

I knew, of course, the most widely accepted answer to my problem: that science is distinguished from pseudo-science - or from 'metaphysics' - by its empirical method, which is essentially inductive, proceeding from observation or experiment. But this did not satisfy me. On the contrary, I often formulated my problem as one of distinguishing between a genuinely empirical method and a non-empirical or even a pseudo-empirical method - that is to say, a method which, although it appeals to observation and experiment, nevertheless does not come up to scientific standards...

These considerations led me in the winter of 1919-20 to conclusions which I may now reformulate as follows.

(1) It is easy to obtain confirmations, or verifications, for nearly every theory-if we look for confirmations.

(2) Confirmations should count only if they are the result of risky predictions; that is to say, if, unenlightened by the theory in question, we should

have expected an event which was incompatible with the theory--an event which would have refuted the theory.

(3) Every 'good' scientific theory is a prohibition: it forbids certain things to happen. The more a theory forbids, the better it is.

(4) A theory which is not refutable by any conceivable event is nonscientific. Irrefutability is not a virtue of a theory (as people often think) but a vice.

(5) Every genuine test of a theory is an attempt to falsify it, or to refute it. Testability is falsifiability; but there are degrees of testability: some theories are more testable, more exposed to refutation, than others; they take, as it were, greater risks.

(6) Confirming evidence should not count except when it is the result of a genuine test of the theory; and this means that it can be presented as a serious but unsuccessful attempt to falsify

the theory. (I now speak in such cases of 'corroborating evidence'.)

(7) Some genuinely testable theories, when found to be false, are still upheld by their admirers--for example by introducing ad hoc some auxiliary assumption, or by re-interpreting the theory ad hoc in such a way that it escapes refutation. Such a procedure is always possible, but it rescues the theory from refutation only at the price of destroying, or at least lowering, its scientific status. (I later described such a rescuing operation as a 'conventionalist twist' or a 'conventionalist stratagem'.)

One can sum up all this by saying that the criterion of the scientific status of a theory is its falsifiability, or refutability, or testability.

II

I may perhaps exemplify this with the help of the various theories so far mentioned. Einstein's theory of gravitation clearly satisfied the criterion of falsifiability. Even if our measuring instruments at the time did not allow us to pronounce on the results of the tests with complete assurance, there was clearly a possibility of refuting the theory.

Astrology did not pass the test. Astrologers were greatly impressed, and misled, by what they believed to be confirming evidence--so much so that they were quite unimpressed by any unfavourable evidence. Moreover, by making their interpretations and prophecies sufficiently vague they were able to explain away anything that might have been a refutation of the theory had the theory and the prophecies been more precise. In order to escape falsification they destroyed

the testability of their theory. It is a typical soothsayer's trick to predict things so vaguely that the predictions can hardly fail: that they become irrefutable.

The Marxist theory of history, in spite of the serious efforts of some of its founders and followers, ultimately adopted this soothsaying practice. In some of its earlier formulations (for example in Marx's analysis of the character of the 'coming social revolution') their predictions were testable, and in fact falsified.² Yet instead of accepting the refutations the followers of Marx re-interpreted both the theory and the evidence in order to make them agree.

In this way they rescued the theory from refutation; but they did so at the price of adopting a device which made it irrefutable. They thus gave a 'conventionalist twist' to the theory; and by this stratagem they destroyed its much advertised claim to scientific status.

The two psycho-analytic theories were in a different class. They were simply non-testable, irrefutable. There was no conceivable human behaviour which could contradict them. This does not mean that Freud and Adler were not seeing certain things correctly: I personally do not doubt that much of what they say is of considerable importance, and may well play its part one day in a psychological science which is testable. But it does mean that those 'clinical observations' which analysts naively believe confirm their theory cannot do this any more than the daily confirmations which astrologers find in their practice) And as for Freud's epic of the Ego, the Super-ego, and the Id, no substantially stronger claim to scientific status can be made for it than for Homer's collected stories from Olympus. These theories describe some facts, but in the manner of myths. They contain most interesting psychological suggestions, but not in a testable form.

At the same time I realized that such myths may be developed, and become testable; that historically speaking all--or very nearly all--scientific theories originate from myths, and that a myth may contain important anticipations of scientific theories. Examples are Empedocles' theory of evolution by trial and error, or Parmenides' myth of the unchanging block universe in which nothing ever happens and which, if we add another dimension, becomes Einstein's block universe (in which, too, nothing ever happens, since everything is, four-dimensionally speaking, determined and laid down from the beginning). I thus felt that if a theory is found to be nonscientific, or 'metaphysical' (as we might say), it is not thereby found to be unimportant, or insignificant, or 'meaningless', or 'nonsensical'.⁴ But it cannot claim to be backed by empirical evidence in the scientific sense--although it may easily be, in some genetic sense, the 'result of observation'.

Application 5

A.F. Chalmers

*What is this thing called science? : an assessment
of the nature and status of science and its methods.*

A.F. Chalmers 2013.- 264 p.

Pp. 65-76.

Introducing falsificationism

Karl Popper was the most forceful advocate of an alternative to inductivism that I will refer to as ‘falsificationism’. Popper was educated in Vienna in the 1920s, at a time when logical positivism was being articulated by a group of philosophers who became known as the Vienna Circle. One of the most famous of these was Rudolph Carnap, and the clash and debate between his supporters and those of Popper was to be a feature of philosophy of science up until the 1960s. Popper himself tells the story of how he became disenchanted with the idea that science is special because it can be derived from the facts, the more facts the better. He became suspicious of the way in which he saw Freudians and Marxists supporting their theories by interpreting a wide range of instances, of human behaviour or historical change respectively, in terms of their theory and claiming them to be supported on this account. It seemed to Popper that these theories could never go wrong because they were sufficiently flexible to accommodate any instances of human behaviour or historical change as compatible with their theory. Consequently, although giving the appearance of being powerful theories confirmed by a wide range of facts, they could in fact explain nothing because they could rule out nothing. Popper compared this with a famous test of Einstein’s theory of general relativity carried out by Eddington in 1919. Einstein’s theory had the implication that rays of light should bend as they pass close to massive objects such as the sun. As a consequence, a star situated beyond the sun should appear displaced from the direction in which it would be observed in the absence of this bending. Eddington sought for this displacement by sighting the star at a time when the light from the sun was blocked out by an eclipse. It transpired that the displacement was observed and Einstein’s theory was borne out. But Popper makes the point that it might not have been. By making a specific, testable prediction the general theory of relativity was at risk. It ruled out observations that clashed with that prediction. Popper drew the moral that genuine scientific theories, by making definite predictions, rule out a range of observable states of

affairs in a way that he considered Freudian and Marxist theory failed to do. He arrived at his key idea that scientific theories are falsifiable.

Falsificationists freely admit that observation is guided by and presupposes theory. They are also happy to abandon any claim implying that theories can be established as true or probably true in the light of observational evidence. Theories are construed as speculative and tentative conjectures or guesses freely created by the human intellect in an attempt to overcome problems encountered by previous theories to give an adequate account of some aspects of the world or universe. Once proposed, speculative theories are to be rigorously and ruthlessly tested by observation and experiment. Theories that fail to stand up to observational and experimental tests must be eliminated and replaced by further speculative conjectures. Science progresses by trial and error, by conjectures and refutations. Only the fittest theories survive. Although it can never be legitimately said of a theory that it is true, it can hopefully be said that it is the best available; that it is better than anything that has come before. No problems about the characterisation and justification of induction arises for the falsificationists because, according to them, science does not involve induction.

The content of this condensed summary of falsificationism will be filled out in the next two chapters.

A logical point in favour of falsificationism

According to falsificationism, some theories can be shown to be false by an appeal to the results of observation and experiment. There is a simple, logical point that seems to support the falsificationist here. I have already indicated in chapter 4 that, even if we assume that true observational statements are available to us in some way, it is never possible to arrive at universal laws and theories by logical deductions on that basis alone. However, it is possible to perform logical deductions starting from singular observation statements as premises, to arrive at the falsity of universal laws and theories by logical deduction. For example, if we are given the statement, 'A raven which was not black was observed at place x at time t', then it logically follows from this that 'All ravens are black' is false. That is, the argument:

Premise – A raven, which was not black, was at place x at time t.

Conclusion – Not all ravens are black.

is a logically valid deduction. If the premise is asserted and the conclusion denied, a contradiction is involved. One or two more examples will help illustrate this fairly trivial logical point. If it can be established by observation in some test experiment that a ten-kilogram weight and a one-kilogram weight in

free fall move downwards at roughly the same speed, then it can be concluded that the claim that bodies fall at speeds proportional to their weight is false. If it can be demonstrated beyond doubt that a ray of light passing close to the sun is deflected in a curved path, then it is not the case that light necessarily travels in straight lines.

The falsity of universal statements can be deduced from suitable singular statements. The falsificationist exploits this logical point to the full.

Falsifiability as a criterion for theories

The falsificationist sees science as a set of hypotheses that are tentatively proposed with the aim of accurately describing or accounting for the behaviour of some aspect of the world or universe. However, not any hypothesis will do. There is one fundamental condition that any hypothesis or system of hypotheses must satisfy if it is to be granted the status of a scientific law or theory. If it is to form part of science, a hypothesis must be falsifiable. Before proceeding any further, it is important to be clear about the falsificationist's usage of the term 'falsifiable'.

Here are some examples of some simple assertions that are falsifiable in the sense intended.

1. *It never rains on Wednesdays.*
2. *All substances expand when heated.*
3. *Heavy objects such as a brick when released near the surface of the earth fall straight downwards if not impeded.*
4. *When a ray of light is reflected from a plane mirror, the angle of incidence is equal to the angle of reflection.*

Assertion 1 is falsifiable because it can be falsified by observing rain to fall on a Wednesday. Assertion 2 is falsifiable. It can be falsified by an observation statement to the effect that some substance, x, did not expand when heated at time t. Water near its freezing point would serve to falsify 2. Both 1 and 2 are falsifiable and false. Assertions 3 and 4 may be true, for all I know. Nevertheless, they are falsifiable in the sense intended. It is logically possible that the next brick to be released will 'fall' upwards. No logical contradiction is involved in the assertion, 'The brick fell upwards when released', although it may be that no such statement is ever supported by observation. Assertion 4 is falsifiable because a ray of light incident on a mirror at some oblique angle could conceivably be reflected in a direction perpendicular to the mirror. This will never happen if the law of reflection happens to be true, but no logical contradiction would be involved if it did. Both 3 and 4 are falsifiable, even though they may be true.

A hypothesis is falsifiable if there exists a logically possible observation statement or set of observation statements that are inconsistent with it, that is, which, if established as true, would falsify the hypothesis.

Here are some examples of statements that do not satisfy this requirement and that are consequently not falsifiable.

5. *Either it is raining or it is not raining.*

6. *All points on a Euclidean circle are equidistant from the centre.*

7. *Luck is possible in sporting speculation.*

No logically possible observation statement could refute 5. It is true whatever the weather is like. Assertion 6 is necessarily true because of the definition of a Euclidean circle. If points on a circle were not equidistant from some fixed point, then that figure would just not be a Euclidean circle. 'All bachelors are unmarried' is unfalsifiable for a similar reason. Assertion 7 is quoted from a horoscope in a newspaper. It typifies the fortune-teller's devious strategy. The assertion is unfalsifiable. It amounts to telling the reader that if he has a bet today he might win, which remains true whether he bets or not, and if he does, whether he wins or not.

Falsificationists demand that scientific hypotheses be falsifiable, in the sense discussed. They insist on this because it is only by ruling out a set of logically possible observation statements that a law or theory is informative. If a statement is unfalsifiable, then the world can have any properties whatsoever, and can behave in any way whatsoever, without conflicting with the statement. Assertions 5, 6 and 7, unlike assertions 1, 2, 3 and 4, tell us nothing about the world. A scientific law or theory should ideally give us some information about how the world does in fact behave, thereby ruling out ways in which it could (logically) possibly behave but in fact does not. The law 'All planets move in ellipses around the sun' is scientific because it claims that planets in fact move in ellipses and rules out orbits that are square or oval. Just because the law makes definite claims about planetary orbits, it has informative content and is falsifiable.

A cursory glance at some laws that might be regarded as typical components of scientific theories indicates that they satisfy the falsifiability criterion. 'Unlike magnetic poles attract each other', 'An acid added to a base yields a salt plus water' and similar laws can easily be construed as falsifiable. However, the falsificationist maintains that some theories, while they may superficially appear to have the characteristics of good scientific theories, are in fact only posing as scientific theories because they are not falsifiable and should be rejected. Popper has claimed that some versions at least of Marx's theory of

history, Freudian psychoanalysis and Adlerian psychology suffer from this fault. The point can be illustrated by the following caricature of Adlerian psychology.

A fundamental tenet of Adler's theory is that human actions are motivated by feelings of inferiority of some kind. In our caricature, this is supported by the following incident. A man is standing on the bank of a treacherous river at the instant a child falls into the river nearby. The man will either leap into the river in an attempt to save the child or he will not. If he does leap in, the Adlerian responds by indicating how this supports his theory. The man obviously needed to overcome his feelings of inferiority by demonstrating that he was brave enough to leap into the river, in spite of the danger. If the man does not leap in, the Adlerian can again claim support for his theory. The man was overcoming his feelings of inferiority by demonstrating that he had the strength of will to remain on the bank, unperturbed, while the child drowned.

If this caricature is typical of the way in which Adlerian theory operates, then the theory is not falsifiable. It is consistent with any kind of human behaviour, and just because of that, it tells us nothing about human behaviour. Of course, before Adler's theory can be rejected on these grounds, it would be necessary to investigate the details of the theory rather than a caricature. But there are plenty of social, psychological and religious theories that give rise to the suspicion that in their concern to explain everything they explain nothing. The existence of a loving God and the occurrence of some disaster can be made compatible by interpreting the disaster as being sent to try us or to punish us, whichever seems most suited to the situation. Many examples of animal behaviour can be seen as evidence supporting the assertion, 'Animals are designed so as best to fulfil the function for which they were intended'. Theorists operating in this way are guilty of the fortune-teller's evasion and are subject to the falsificationist's criticism. If a theory is to have informative content, it must run the risk of being falsified.

Degree of falsifiability, clarity and precision

A good scientific law or theory is falsifiable just because it makes definite claims about the world. For the falsificationist, it follows fairly readily from this that the more falsifiable a theory is the better, in some loose sense of more. The more a theory claims, the more potential opportunities there will be for showing that the world does not in fact behave in the way laid down by the theory. A very good theory will be one that makes very wide-ranging claims about the world, and which is consequently highly falsifiable, and is one that resists falsification whenever it is put to the test.

The point can be illustrated by means of a trivial example. Consider these laws:

- (a) *Mars moves in an ellipse around the sun.*
- (b) *All planets move in ellipses around their sun.*

I take it that it is clear that (b) has a higher status than (a) as a piece of scientific knowledge. Law (b) tells us all that (a) tells us and more besides. Law (b), the preferable law, is more falsifiable than (a). If observations of Mars should turn out to falsify (a), then they would falsify (b) also. Any falsification of (a) will be a falsification of (b), but the reverse is not the case. Observation statements referring to the orbits of Venus, Jupiter, etc. that might conceivably falsify (b) are irrelevant to (a). If we follow Popper and refer to those sets of observation statements that would serve to falsify a law or theory as potential falsifiers of that law or theory, then we can say that the potential falsifiers of (a) form a class that is a subclass of the potential falsifiers of (b). Law (b) is more falsifiable than law (a), which is tantamount to saying that it claims more, that it is the better law.

A less-contrived example involves the relation between Kepler's theory of the solar system and Newton's. Kepler's theory I take to be his three laws of planetary motion. Potential falsifiers of that theory consist of sets of statements referring to planetary positions relative to the sun at specified times. Newton's theory, a better theory that superseded Kepler's, is more comprehensive. It consists of Newton's laws of motion plus his law of gravitation, the latter asserting that all pairs of bodies in the universe attract each other with a force that varies inversely as the square of their separation. Some of the potential falsifiers of Newton's theory are sets of statements of planetary positions at specified times. But there are many others, including those referring to the behaviour of falling bodies and pendulums, the correlation between the tides and the locations of the sun and moon, and so on. There are many more opportunities for falsifying Newton's theory than for falsifying Kepler's theory. And yet, so the falsificationist story goes, Newton's theory was able to resist attempted falsifications, thereby establishing its superiority over Kepler's.

Highly falsifiable theories should be preferred to less falsifiable ones, then, provided they have not in fact been falsified. The qualification is important for the falsificationist. Theories that have been falsified must be ruthlessly rejected. The enterprise of science involves the proposal of highly falsifiable hypotheses, followed by deliberate and tenacious attempts to falsify them. To quote Popper (1969, p. 231, italics in original):

I can therefore gladly admit that falsificationists like myself much prefer an attempt to solve an interesting problem by a bold conjecture, even (and especially) if it soon turns out to be false, to any recital of a sequence of irrelevant truisms. We prefer this because we believe that this is the way in which we can learn from our mistakes, and that in finding that our conjecture was false we shall have learnt much about the truth, and shall have got nearer to the truth.

We learn from our mistakes. Science progresses by trial and error. Because of the logical situation that renders the derivation of universal laws and theories from observation statements impossible, but the deduction of their falsity possible, falsifications become the important landmarks, the striking achievements, the major growing-points in science. This somewhat counterintuitive emphasis of the more extreme falsificationists on the significance of falsifications will be criticised in later chapters.

Because science aims at theories with a large informative content, the falsificationist welcomes the proposal of bold speculative conjectures. Rash speculations are to be encouraged, provided they are falsifiable and provided they

are rejected when falsified. This do-or-die attitude clashes with the caution advocated by the extreme inductivist. According to the latter, only those theories that can be shown to be true or probably true are to be admitted into science. We should proceed beyond the immediate results of experience only so far as legitimate inductions will take us. The falsificationist, by contrast, recognizes the limitation of induction and the subservience of observation to theory. Nature's secrets can only be revealed with the aid of ingenious and penetrating theories. The greater the number of conjectured theories that are confronted by the realities of the world, and the more speculative those conjectures are, the greater will be the chances of major advances in science. There is no danger in the proliferation of speculative theories because any that are inadequate as descriptions of the world can be ruthlessly eliminated as the result of observational or other tests.

The demand that theories should be highly falsifiable has the attractive consequence that theories should be clearly stated and precise. If a theory is so vaguely stated that it is not clear exactly what it is claiming, then when tested by observation or experiment it can always be interpreted so as to be consistent with the results of those tests. In this way, it can be defended against falsifications. For example, Goethe (1970, p. 295) wrote of electricity that:

it is nothing, a zero, a mere point, which, however, dwells in all apparent existences, and at the same time is the point of origin whence, on the slightest stimulus, a double appearance presents itself, an appearance which only manifests itself to vanish. The conditions under which this manifestation is excited are infinitely varied, according to the nature of particular bodies.

If we take this quotation at face value, it is very difficult to see what possible set of physical circumstances could serve to falsify it. Just because it is so vague and indefinite (at least when taken out of context), it is unfalsifiable. Politicians and fortune-tellers can avoid being accused of making mistakes by making their assertions so vague that they can always be construed as compatible with whatever may eventuate. The demand for a high degree of falsifiability rules out such manoeuvres. The falsificationist demands that theories be stated with sufficient clarity to run the risk of falsification.

A similar situation exists with respect to precision. The more precisely a theory is formulated the more falsifiable it becomes. If we accept that the more falsifiable a theory is the better (provided it has not been falsified), then we must also accept that the more precise the claims of a theory are the better. 'Planets move in ellipses around the sun' is more precise than 'Planets move in closed loops around the sun', and is consequently more falsifiable. An oval orbit would falsify the first but not the second, whereas an orbit that falsifies the second will also falsify the first. The falsificationist is committed to preferring the first. Similarly, the falsificationist must prefer the claim that the velocity of light in a vacuum is 299.8×10^6 metres per second to the less-precise claim that it is about 300×10^6 metres per second, just because the first is more falsifiable than the second.

The closely associated demands for precision and clarity of expression both follow naturally from the falsificationist's account of science.

Falsificationism and progress

The progress of science as the falsificationist sees it might be summed up as follows. Science starts with problems, problems associated with the explanation of the behaviour of some aspects of the world or universe. Falsifiable hypotheses are proposed by scientists as solutions to a problem. The conjectured hypotheses are then criticised and tested. Some will be quickly eliminated. Others might prove more successful. These must be subject to even more stringent criticism and testing. When a hypothesis that has successfully withstood a wide range of rigorous tests is eventually falsified, a new problem, hopefully far removed from the original solved problem, has emerged. This new

problem calls for the invention of new hypotheses, followed by renewed criticism and testing. And so the process continues indefinitely. It can never be said of a theory that it is true, however well it has withstood rigorous tests, but it can hopefully be said that a current theory is superior to its predecessors in the sense that it is able to withstand tests that falsified those predecessors.

Before we look at some examples to illustrate this falsificationist conception of the progress of science, a word should be said about the claim that 'Science starts with problems'. Here are some problems that have confronted scientists in the past. How are bats able to fly so dexterously at night, when in fact they have very small, weak eyes? Why is the height of a simple barometer lower at high altitudes than at low altitudes? Why were the photographic plates in Roentgen's laboratory continually becoming blackened? Why does the perihelion of the planet Mercury advance? These problems arise from more or less straightforward observations. In insisting on the fact that science starts with problems, then, is it not the case that, for the falsificationist just as for the naive inductivist, science starts from observation? The answer to this question is a firm 'No'. The observations cited above as constituting problems are only problematic in the light of some theory. The first is problematic in the light of the theory that living organisms 'see' with their eyes; the second was problematic for the supporters of Galileo's theories because it clashed with the 'force of a vacuum' theory accepted by them as an explanation of why the mercury does not fall from a barometer tube; the third was problematic for Roentgen because it was tacitly assumed at the time that no radiation or emanation of any kind existed that could penetrate the container of the photographic plates and darken them; the fourth was problematic because it was incompatible with Newton's theory. The claim that science starts with problems is perfectly compatible with the priority of theories over observation and observation statements. Science does not start with stark observation.

After this digression, we return to the falsificationist conception of the progress of science as the progression from problems to speculative hypotheses, to their criticism and eventual falsification and thence to new problems. Two examples will be offered, the first a simple one concerning the flight of bats, the second a more ambitious one concerning the progress of physics.

We start with a problem. Bats are able to fly with ease and at speed, avoiding the branches of trees, telegraph wires, other bats, etc., and can catch insects. And yet bats have weak eyes, and in any case do most of their flying at night. This poses a problem because it apparently falsifies the plausible theory that animals, like humans, see with their eyes. A falsificationist will attempt to

solve the problem by making a conjecture or hypothesis. Perhaps he suggests that, although bats' eyes are apparently weak, nevertheless in some way that is not understood they are able to see efficiently at night by use of their eyes. This hypothesis can be tested. A sample of bats is released into a darkened room containing obstacles and their ability to avoid the obstacles measured in some way. The same bats are now blindfolded and again released into the room. Prior to the experiment, the experimenter can make the following deduction. One premise of the deduction is his hypothesis, which made quite explicit reads, 'Bats are able to fly avoiding obstacles by using their eyes, and cannot do so without the use of their eyes'. The second premise is a description of the experimental set-up, including the statement, 'This sample of bats is blindfolded so that they do not have the use of their eyes'. From these two premises, the experimenter can derive, deductively, that the sample of bats will not be able to avoid the obstacles in the test laboratory efficiently. The experiment is now performed and it is found that the bats avoid collisions just as efficiently as before. The hypothesis has been falsified. There is now a need for a fresh use of the imagination, a new conjecture or hypothesis or guess. Perhaps a scientist suggests that in some way the bat's ears are involved in its ability to avoid obstacles. The hypothesis can be tested, in an attempt to falsify it, by plugging the ears of bats before releasing them into the test laboratory. This time it is found that the ability of the bats to avoid obstacles is considerably impaired. The hypothesis has been supported. The falsificationist must now try to make the hypothesis more precise so that it becomes more readily falsifiable. It is suggested that the bat hears echoes of its own squeaks rebounding from solid objects. This is tested by gagging the bats before releasing them. Again the bats collide with obstacles and again the hypothesis is supported. The falsificationist now appears to be reaching a tentative solution to the problem, although it has not been proved by experiment how bats avoid collisions while flying. Any number of factors may turn up that show the hypothesis to have been wrong. Perhaps the bat detects echoes not with its ears but with sensitive regions close to the ears, the functioning of which was impaired when the bat's ears were plugged. Or perhaps different kinds of bats detect obstacles in very different ways, so the bats used in the experiment were not truly representative.

The progress of physics from Aristotle through Newton to Einstein provides an example on a larger scale. The falsificationist account of that progression goes something like this. Aristotelian physics was to some extent quite successful. It could explain a wide range of phenomena. It could explain why heavy objects fall to the ground (seeking their natural place at the centre of

the universe), it could explain the action of siphons and liftpumps (the explanation being based on the impossibility of a vacuum), and so on. But eventually Aristotelian physics was falsified in a number of ways. Stones dropped from the top of the mast of a uniformly moving ship fell to the deck at the foot of the mast and not some distance from the mast, as Aristotle's theory predicted. The moons of Jupiter can be seen to orbit Jupiter and not the earth. A host of other falsifications were accumulated during the XVII-th century. Newton's physics, however, once it had been created and developed by way of the conjectures of the likes of Galileo and Newton, was a superior theory that superseded Aristotle's. Newton's theory could account for falling objects, the operation of siphons and liftpumps and anything else that Aristotle's theory could explain, and could also account for the phenomena that were problematic for the Aristotelians. In addition, Newton's theory could explain phenomena not touched on by Aristotle's theory, such as correlations between the tides and the location of the moon, and the variation in the force of gravity with height above sea level. For two centuries Newton's theory was successful. That is, attempts to falsify it by reference to the new phenomena predicted with its help were unsuccessful. The theory even led to the discovery of a new planet, Neptune. But in spite of its success, sustained attempts to falsify it eventually proved successful. Newton's theory was falsified in a number of ways. It was unable to account for the details of the orbit of the planet Mercury and was unable to account for the variable mass of fast-moving electrons in discharge tubes. Challenging problems faced physicists, then, as the XIX-th century gave way to the twentieth, problems calling for new speculative hypotheses designed to overcome these problems in a progressive way. Einstein was able to meet this challenge. His relativity theory was able to account for the phenomena that falsified Newton's theory, while at the same time being able to match Newton's theory in those areas where the latter had proved successful. In addition, Einstein's theory yielded the prediction of spectacular new phenomena. His special theory of relativity predicted that mass should be a function of velocity and that mass and energy could be transformed into one another, and his general theory predicted that light rays should be bent by strong gravitational fields. Attempts to refute Einstein's theory by reference to the new phenomena failed. The falsification of Einstein's theory remains a challenge for modern physicists. Their success, if it should eventuate, would mark a new step forward in the progress of physics.

Application 6

Karl Popper

The Logic of Scientific Discovery

Taylor & Francis e-Library, 2005.516 p.Pp.3-27.

A Survey of Some Fundamental Problems

A scientist, whether theorist or experimenter, puts forward statements, or systems of statements, and tests them step by step. In the field of the empirical sciences, more particularly, he constructs hypotheses, or systems of theories, and tests them against experience by observation and experiment.

I suggest that it is the task of the logic of scientific discovery, or the logic of knowledge, to give a logical analysis of this procedure; that is, to analyse the method of the empirical sciences.

But what are these ‘methods of the empirical sciences’? And what do we call ‘empirical science’?

1 THE PROBLEM OF INDUCTION

According to a widely accepted view – to be opposed in this book – the empirical sciences can be characterized by the fact that they use ‘*inductive methods*’, as they are called. According to this view, the logic of scientific discovery would be identical with inductive logic, *i. e.* with the logical analysis of these inductive methods.

It is usual to call an inference ‘inductive’ if it passes from *singular statements* (sometimes also called ‘particular’ statements), such as accounts of the results of observations or experiments, to *universal statements*, such as hypotheses or theories.

Now it is far from obvious, from a logical point of view, that we are justified in inferring universal statements from singular ones, no matter how numerous; for any conclusion drawn in this way may always turn out to be false: no matter how many instances of white swans we may have observed, this does not justify the conclusion that *all* swans are white.

The question whether inductive inferences are justified, or under what conditions, is known as *the problem of induction*.

The problem of induction may also be formulated as the question of the validity or the truth of universal statements which are based on experience, such as the hypotheses and theoretical systems of the empirical sciences. For many people believe that the truth of these universal statements is ‘*known by experience*’; yet it is clear that an account of an experience – of an observation

or the result of an experiment – can in the first place be only a singular statement and not a universal one. Accordingly, people who say of a universal statement that we know its truth from experience usually mean that the truth of this universal statement can somehow be reduced to the truth of singular ones, and that these singular ones are known by experience to be true; which amounts to saying that the universal statement is based on inductive inference. Thus to ask whether there are natural laws known to be true appears to be only another way of asking whether inductive inferences are logically justified.

Yet if we want to find a way of justifying inductive inferences, we must first of all try to establish a *principle of induction*. A principle of induction would be a statement with the help of which we could put inductive inferences into a logically acceptable form. In the eyes of the upholders of inductive logic, a principle of induction is of supreme importance for scientific method: ‘... this principle’, says Reichenbach, ‘determines the truth of scientific theories. To eliminate it from science would mean nothing less than to deprive science of the power to decide the truth or falsity of its theories. Without it, clearly, science would no longer have the right to distinguish its theories from the fanciful and arbitrary creations of the poet’s mind.’²⁹

Now this principle of induction cannot be a purely logical truth like a tautology or an analytic statement. Indeed, if there were such a thing as a purely logical principle of induction, there would be no problem of induction; for in this case, all inductive inferences would have to be regarded as purely logical or tautological transformations, just like inferences in deductive logic. Thus the principle of induction must be a synthetic statement; that is, a statement whose negation is not self-contradictory but logically possible. So the question arises why such a principle should be accepted at all, and how we can justify its acceptance on rational grounds.

Some who believe in inductive logic are anxious to point out, with Reichenbach, that ‘the principle of induction is unreservedly accepted by the whole of science and that no man can seriously doubt this principle in everyday life either’.³⁰ Yet even supposing this were the case – for after all, ‘the whole of science’ might err – I should still contend that a principle of induction is superfluous, and that it must lead to logical inconsistencies.

²⁹ H. Reichenbach, *Erkenntnis* 1, 1930, p. 186 (cf. also pp. 64 f.). Cf. the penultimate paragraph of Russell’s chapter xii, on Hume, in his *History of Western Philosophy*, 1946, p. 699.

³⁰ Reichenbach *ibid.*, p. 67.

That inconsistencies may easily arise in connection with the principle of induction should have been clear from the work of Hume;³¹ also, that they can be avoided, if at all, only with difficulty. For the principle of induction must be a universal statement in its turn. Thus if we try to regard its truth as known from experience, then the very same problems which occasioned its introduction will arise all over again. To justify it, we should have to employ inductive inferences; and to justify these we should have to assume an inductive principle of a higher order; and so on. Thus the attempt to base the principle of induction on experience breaks down, since it must lead to an infinite regress.

Kant tried to force his way out of this difficulty by taking the principle of induction (which he formulated as the ‘principle of universal causation’) to be ‘*a priori* valid’. But I do not think that his ingenious attempt to provide an *a priori* justification for synthetic statements was successful.

My own view is that the various difficulties of inductive logic here sketched are insurmountable. So also, I fear, are those inherent in the doctrine, so widely current today, that inductive inference, although not ‘strictly valid’, *can attain some degree of ‘reliability’ or of ‘probability’*. According to this doctrine, inductive inferences are ‘probable inferences’.³² ‘We have described’, says Reichenbach, ‘the principle of induction as the means whereby science decides upon truth. To be more exact, we should say that it serves to decide upon probability. For it is not given to science to reach either truth or falsity . . . but scientific statements can only attain continuous degrees of probability whose unattainable upper and lower limits are truth and falsity’³³

At this stage I can disregard the fact that the believers in inductive logic entertain an idea of probability that I shall later reject as highly unsuitable for their own purposes (see section 80, below). I can do so because the difficulties mentioned are not even touched by an appeal to probability. For if a certain degree of probability is to be assigned to statements based on inductive inference, then this will have to be justified by invoking a new principle of induction, appropriately modified. And this new principle in its turn will have to be justified, and so on. Nothing is gained, moreover, if the principle of induction, in its turn, is taken not as ‘true’ but only as ‘probable’. In short, like every other form of inductive logic, the logic of probable inference, or

³¹ The decisive passages from Hume are quoted in appendix *vii, text to footnotes 4, 5, and 6; see also note 2 to section 81, below.

³² Cf. J. M. Keynes, *A Treatise on Probability*, 1921; O. Kulpe, *Vorlesungen über Logik* (ed. By Selz, 1923); Reichenbach (who uses the term ‘probability implications’), *Axiomatik der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, *Mathem. Zeitschr.* 34, 1932; and elsewhere.

³³ Reichenbach, *Erkenntnis* 1, 1930, p. 186.

‘probability logic’, leads either to an infinite regress, or to the doctrine of *apriorism*.³⁴

The theory to be developed in the following pages stands directly opposed to all attempts to operate with the ideas of inductive logic. It might be described as the theory of *the deductive method of testing*, or as the view that a hypothesis can only be empirically *tested* – and only *after* it has been advanced.

Before I can elaborate this view (which might be called ‘deductivism’, in contrast to ‘inductivism’³⁵) I must first make clear the distinction between the *psychology of knowledge* which deals with empirical facts, and the *logic of knowledge* which is concerned only with logical relations. For the belief in inductive logic is largely due to a confusion of psychological problems with epistemological ones. It may be worth noticing, by the way, that this confusion spells trouble not only for the logic of knowledge but for its psychology as well.

2 ELIMINATION OF PSYCHOLOGISM

I said above that the work of the scientist consists in putting forward and testing theories.

The initial stage, the act of conceiving or inventing a theory, seems to me neither to call for logical analysis nor to be susceptible of it. The question how it happens that a new idea occurs to a man – whether it is a musical theme, a dramatic conflict, or a scientific theory – may be of great interest to empirical psychology; but it is irrelevant to the logical analysis of scientific knowledge. This latter is concerned not with *questions of fact* (Kant’s *quid facti?*), but only with questions of *justification or validity* (Kant’s *quid juris?*). Its questions are of the following kind. Can a statement be justified? And if so, how? Is it testable? Is it logically dependent on certain other statements? Or does it perhaps contradict them? In order that a statement may be logically examined in this way, it must already have been presented to us. Someone must have formulated it, and submitted it to logical examination.

³⁴ See also chapter 10, below, especially note 2 to section 81, and chapter *ii of the Postscript for a fuller statement of this criticism.

³⁵ Liebig (in *Induktion und Deduktion*, 1865) was probably the first to reject the inductive method from the standpoint of natural science; his attack is directed against Bacon. Duhem (in *La théorie physique, son objet et sa structure*, 1906; English translation by P. P. Wiener: *The Aim and Structure of Physical Theory*, Princeton, 1954) holds pronounced deductivist views. (*But there are also inductivist views to be found in Duhem’s book, for example in the third chapter, Part One, where we are told that only experiment, induction, and generalization have produced Descartes’s law of refraction; cf. the English translation, p. 34.) So does V. Kraft, *Die Grundformen der Wissenschaftlichen Methoden*, 1925; see also Carnap, *Erkenntnis* 2, 1932, p. 440.

Accordingly I shall distinguish sharply between the process of conceiving a new idea, and the methods and results of examining it logically. As to the task of the logic of knowledge – in contradistinction to the psychology of knowledge – I shall proceed on the assumption that it consists solely in investigating the methods employed in those systematic tests to which every new idea must be subjected if it is to be seriously entertained.

Some might object that it would be more to the purpose to regard it as the business of epistemology to produce what has been called a '*rational reconstruction*' of the steps that have led the scientist to a discovery – to the finding of some new truth. But the question is: what, precisely, do we want to reconstruct? If it is the processes involved in the stimulation and release of an inspiration which are to be reconstructed, then I should refuse to take it as the task of the logic of knowledge. Such processes are the concern of empirical psychology but hardly of logic. It is another matter if we want to reconstruct rationally the *subsequent tests* whereby the inspiration may be discovered to be a discovery, or become known to be knowledge. In so far as the scientist critically judges, alters, or rejects his own inspiration we may, if we like, regard the methodological analysis undertaken here as a kind of 'rational reconstruction' of the corresponding thoughtprocesses. But this reconstruction would not describe these processes as they actually happen: it can give only a logical skeleton of the procedure of testing. Still, this is perhaps all that is meant by those who speak of a 'rational reconstruction' of the ways in which we gain knowledge.

It so happens that my arguments in this book are quite independent of this problem. However, my view of the matter, for what it is worth, is that there is no such thing as a logical method of having new ideas, or a logical reconstruction of this process. My view may be expressed by saying that every discovery contains 'an irrational element', or 'a creative intuition', in Bergson's sense. In a similar way Einstein speaks of the 'search for those highly universal laws... from which a picture of the world can be obtained by pure deduction. There is no logical path', he says, 'leading to these... laws. They can only be reached by intuition, based upon something like an intellectual love of the objects of experience.'³⁶

³⁶ Address on Max Planck's 60th birthday (1918). The passage quoted begins with the words, 'The supreme task of the physicist is to search for those highly universal laws . . .', etc. (quoted from A. Einstein, *Mein Weltbild*, 1934, p. 168; English translation by A. Harris: *The World as I see It*, 1935, p. 125). Similar ideas are found earlier in Liebig, *op. cit.*; cf. also Mach, *Prinzipien der Wärmelehre*, 1896, pp. 443 ff. . Harris translates: 'sympathetic understanding of experience'.

3 DEDUCTIVE TESTING OF THEORIES

According to the view that will be put forward here, the method of critically testing theories, and selecting them according to the results of tests, always proceeds on the following lines. From a new idea, put up tentatively, and not yet justified in any way – an anticipation, a hypothesis, a theoretical system, or what you will – conclusions are drawn by means of logical deduction. These conclusions are then compared with one another and with other relevant statements, so as to find what logical relations (such as equivalence, derivability, compatibility, or incompatibility) exist between them.

We may if we like distinguish four different lines along which the testing of a theory could be carried out. First there is the logical comparison of the conclusions among themselves, by which the internal consistency of the system is tested. Secondly, there is the investigation of the logical form of the theory, with the object of determining whether it has the character of an empirical or scientific theory, or whether it is, for example, tautological. Thirdly, there is the comparison with other theories, chiefly with the aim of determining whether the theory would constitute a scientific advance should it survive our various tests. And finally, there is the testing of the theory by way of empirical applications of the conclusions which can be derived from it.

The purpose of this last kind of test is to find out how far the new consequences of the theory – whatever may be new in what it asserts – stand up to the demands of practice, whether raised by purely scientific experiments, or by practical technological applications. Here too the procedure of testing turns out to be deductive. With the help of other statements, previously accepted, certain singular statements – which we may call ‘predictions’ – are deduced from the theory; especially predictions that are easily testable or applicable. From among these statements, those are selected which are not derivable from the current theory, and more especially those which the current theory contradicts. Next we seek a decision as regards these (and other) derived statements by comparing them with the results of practical applications and experiments. If this decision is positive, that is, if the singular conclusions turn out to be acceptable, or *verified*, then the theory has, for the time being, passed its test: we have found no reason to discard it. But if the decision is negative, or in other words, if the conclusions have been *falsified*, then their falsification also falsifies the theory from which they were logically deduced.

It should be noticed that a positive decision can only temporarily support the theory, for subsequent negative decisions may always overthrow it. So long as theory withstands detailed and severe tests and is not superseded by another

theory in the course of scientific progress, we may say that it has ‘proved its mettle’ or that it is ‘*corroborated*’*1 by past experience.

Nothing resembling inductive logic appears in the procedure here outlined. I never assume that we can argue from the truth of singular statements to the truth of theories. I never assume that by force of ‘verified’ conclusions, theories can be established as ‘true’, or even as merely ‘probable’.

In this book I intend to give a more detailed analysis of the methods of deductive testing. And I shall attempt to show that, within the framework of this analysis, all the problems can be dealt with that are usually called ‘*epistemological*’. Those problems, more especially, to which inductive logic gives rise, can be eliminated without creating new ones in their place.

4 THE PROBLEM OF DEMARCATION

Of the many objections which are likely to be raised against the view here advanced, the most serious is perhaps the following. In rejecting the method of induction, it may be said, I deprive empirical science of what appears to be its most important characteristic; and this means that I remove the barriers which separate science from metaphysical speculation. My reply to this objection is that my main reason for rejecting inductive logic is precisely that *it does not provide a suitable distinguishing mark* of the empirical, non-metaphysical, character of a theoretical system; or in other words, that *it does not provide a suitable ‘criterion of demarcation’*.

The problem of finding a criterion which would enable us to distinguish between the empirical sciences on the one hand, and mathematics and logic as well as ‘metaphysical’ systems on the other, I call the *problem of demarcation*.³⁷

This problem was known to Hume who attempted to solve it.³⁸ With Kant it became the central problem of the theory of knowledge. If, following Kant, we call the problem of induction ‘Hume’s problem’, we might call the problem of demarcation ‘Kant’s problem’.

Of these two problems – the source of nearly all the other problems of the theory of knowledge – the problem of demarcation is, I think, the more fundamental. Indeed, the main reason why epistemologists with empiricist leanings tend to pin their faith to the ‘method of induction’ seems to be their

³⁷ With this (and also with sections 1 to 6 and 13 to 24) compare my note in *Erkenntnis* 3, 1933, p. 426; *It is now here reprinted, in translation, in appendix *i.

³⁸ Cf. the last sentence of his *Enquiry Concerning Human Understanding*. *With the next paragraph (and my allusion to epistemologists) compare for example the quotation from Reichenbach in the text to note 1, section 1.

belief that this method alone can provide a suitable criterion of demarcation. This applies especially to those empiricists who follow the flag of ‘positivism’.

The older positivists wished to admit, as scientific or legitimate, only those *concepts* (or notions or ideas) which were, as they put it, ‘derived from experience’; those concepts, that is, which they believed to be logically reducible to elements of sense-experience, such as sensations (or sense-data), impressions, perceptions, visual or auditory memories, and so forth. Modern positivists are apt to see more clearly that science is not a system of concepts but rather a system of *statements*.³⁹ Accordingly, they wish to admit, as scientific or legitimate, only those statements which are reducible to elementary (or ‘atomic’) statements of experience – to ‘judgments of perception’ or ‘atomic propositions’ or ‘protocol-sentences’ or what not.⁴⁰ It is clear that the implied criterion of demarcation is identical with the demand for an inductive logic.

Since I reject inductive logic I must also reject all these attempts to solve the problem of demarcation. With this rejection, the problem of demarcation gains in importance for the present inquiry. Finding an acceptable criterion of demarcation must be a crucial task for any epistemology which does not accept inductive logic.

Positivists usually interpret the problem of demarcation in a *naturalistic* way; they interpret it as if it were a problem of natural science. Instead of taking it as their task to propose a suitable convention, they believe they have to discover a difference, existing in the nature of things, as it were, between empirical science on the one hand and metaphysics on the other. They are constantly trying to prove that metaphysics by its very nature is nothing but nonsensical twaddle – ‘sophistry and illusion’, as Hume says, which we should ‘commit to the flames’.⁴¹

If by the words ‘nonsensical’ or ‘meaningless’ we wish to express no more, by definition, than ‘not belonging to empirical science’, then the

³⁹ When I wrote this paragraph I overrated the ‘modern positivists’, as I now see. I should have remembered that *in this respect* the promising beginning of Wittgenstein’s *Tractatus*—‘The world is the totality of facts, not of things’—was cancelled by its end which denounced the man who ‘had given no meaning to certain signs in his propositions’. See also my *Open Society and its Enemies*, chapter 11, section ii, and chapter *i of my *Postscript*, especially sections *ii (note 5), *24 (the last five paragraphs), and *25.

⁴⁰ Nothing depends on names, of course. When I invented the new name ‘basic statement’ (or ‘basic proposition’; see below, sections 7 and 28) I did so only because I needed a term *not* burdened with the connotation of a perception statement. But unfortunately it was soon adopted by others, and used to convey precisely the kind of meaning which I wished to avoid. Cf. also my *Postscript*, *29.

⁴¹ Thus Hume, like Sextus, condemned his own Enquiry on its last page; just as later Wittgenstein condemned his own Tractatus on its last page. (See note 2 to section 10.)

characterization of metaphysics as meaningless nonsense would be trivial; for metaphysics has usually been defined as non-empirical. But of course, the positivists believe they can say much more about metaphysics than that some of its statements are non-empirical. The words 'meaningless' or 'non-sensical' convey, and are meant to convey, a derogatory evaluation; and there is no doubt that what the positivists really want to achieve is not so much a successful demarcation as the final overthrow⁴² and the annihilation of metaphysics. However this may be, we find that each time the positivists tried to say more clearly what 'meaningful' meant, the attempt led to the same result – to a definition of 'meaningful sentence' (in contradistinction to 'meaningless pseudo-sentence') which simply reiterated the criterion of demarcation of their *inductive logic*.

This 'shows itself' very clearly in the case of Wittgenstein, according to whom every meaningful proposition must be *logically reducible*⁴³ to elementary (or atomic) propositions, which he characterizes as descriptions or 'pictures of reality'⁴⁴ (a characterization, by the way, which is to cover all meaningful propositions). We may see from this that Wittgenstein's criterion of meaningfulness coincides with the inductivists' criterion of demarcation, provided we replace their words 'scientific' or 'legitimate' by 'meaningful'. And it is precisely over the problem of induction that this attempt to solve the problem of demarcation comes to grief: positivists, in their anxiety to annihilate metaphysics, annihilate natural science along with it. For scientific laws, too, cannot be logically reduced to elementary statements of experience. If consistently applied, Wittgenstein's criterion of meaningfulness rejects as meaningless those natural laws the search for which, as Einstein says,⁴⁵ is 'the supreme task of the physicist': they can never be accepted as genuine or legitimate statements. Wittgenstein's attempt to unmask the problem of induction as an empty pseudo-problem was formulated by Schlick⁴⁶ in the

⁴² Carnap, *Erkenntnis* 2, 1932, pp. 219 ff. Earle Mill had used the word 'meaningless' in a similar way, *no doubt under the influence of Comte cf. Comte's Early Essays on Social Philosophy, ed. by H. D. Hutton, 1911, p. 223. See also my Open Society, note 51 to chapter 11.

⁴³ Wittgenstein, *Tractatus Logico-Philosophicus* (1918 and 1922), Proposition 5. *As this was written in 1934, I am dealing here of course *only* with the *Tractatus*.

⁴⁴ Wittgenstein, *op. cit.*, Propositions 4.01; 4.03; 2.221.

⁴⁵ Cf. note 1 to section 2. a survey of some fundamental problems 13

⁴⁶ The idea of treating scientific laws as pseudo-propositions—thus solving the problem of induction—was attributed by Schlick to Wittgenstein. (Cf. my Open Society, notes 46 and 51 f. to chapter 11.) But it is really much older. It is part of the instrumentalist tradition which

can be traced back to Berkeley, and further. (See for example my paper ‘Three Views

following words: ‘The problem of induction consists in asking for a logical justification of *universal statements* about reality... We recognize, with Hume, that there is no such logical justification: there can be none, simply because *they are not genuine statements*.’⁴⁷

This shows how the inductivist criterion of demarcation fails to draw a dividing line between scientific and metaphysical systems, and why it must accord them equal status; for the verdict of the positivist dogma of meaning is that both are systems of meaningless pseudostatements. Thus instead of eradicating metaphysics from the empirical sciences, positivism leads to the invasion of metaphysics into the scientific realm.⁴⁸

In contrast to these anti-metaphysical stratagems – anti-metaphysical in intention, that is my business, as I see it, is not to bring about the overthrow of metaphysics. It is, rather, to formulate a suitable characterization of empirical science, or to define the concepts ‘empirical science’ and ‘metaphysics’ in such a way that we shall be able to say of a given system of statements whether or not its closer study is the concern of empirical science.

My criterion of demarcation will accordingly have to be regarded as a *proposal for an agreement or convention*. As to the suitability of any such convention opinions may differ; and a reasonable discussion of these questions is only possible between parties having some purpose in common. The choice of that purpose must, of course, be ultimately a matter of decision, going beyond rational argument.⁴⁹

Berkeley as a Precursor of Mach’, in *The British Journal for the Philosophy of Science* 4, 1953, pp. 26 ff., now in my *Conjectures and Refutations*, 1959. Further references in note *1 before section 12 (p. 37). The problem is also treated in my *Postscript*, sections *11 to *14, and *19 to *26.)

⁴⁷ Schlick, *Naturwissenschaften* 19, 1931, p. 156. (The italics are mine). Regarding natural laws Schlick writes (p. 151), ‘It has often been remarked that, strictly, we can never speak of an absolute verification of a law, since we always, so to speak, tacitly make the reservation that it may be modified in the light of further experience. If I may add, by way of parenthesis’, Schlick continues, ‘a few words on the logical situation, the abovementioned fact means that a natural law, in principle, does not have the logical character of a statement, but is, rather, a prescription for the formation of statements.’ *(‘Formation’ no doubt was meant to include transformation or derivation.) Schlick attributed this theory to a personal communication of Wittgenstein’s. See also section *12 of my *Postscript*.

⁴⁸ Cf. Section 78 (for example note 1). *See also my *Open Society*, notes 46, 51, and 52 to chapter 11, and my paper. ‘The Demarcation between Science and Metaphysics’, contributed in January 1955 to the Carnap volume of the *Library of Living Philosophers*, edited by P. A. Schilpp and now in my *Conjectures and Refutations*, 1963 and 1965.

⁴⁹ I believe that a reasonable discussion is always possible between parties interested in truth, and ready to pay attention to each other. (Cf. my *Open Society*, chapter 24.)

Thus anyone who envisages a system of absolutely certain, irrevocably true statements⁵⁰ as the end and purpose of science will certainly reject the proposals I shall make here. And so will those who see ‘the essence of science... in its dignity’, which they think resides in its ‘wholeness’ and its ‘real truth and essentiality’. They will hardly be ready to grant this dignity to modern theoretical physics in which I and others see the most complete realization to date of what I call ‘empirical’⁵¹ science’.

The aims of science which I have in mind are different. I do not try to justify them, however, by representing them as the true or the essential aims of science. This would only distort the issue, and it would mean a relapse into positivist dogmatism. There is only *one* way, as far as I can see, of arguing rationally in support of my proposals. This is to analyse their logical consequences: to point out their fertility – their power to elucidate the problems of the theory of knowledge.

Thus I freely admit that in arriving at my proposals I have been guided, in the last analysis, by value judgments and predilections. But I hope that my proposals may be acceptable to those who value not only logical rigour but also freedom from dogmatism; who seek practical applicability, but are even more attracted by the adventure of science, and by discoveries which again and again confront us with new and unexpected questions, challenging us to try out new and hitherto undreamed-of answers.

The fact that value judgments influence my proposals does not mean that I am making the mistake of which I have accused the positivists – that of trying to kill metaphysics by calling it names. I do not even go so far as to assert that metaphysics has no value for empirical science. For it cannot be denied that along with metaphysical ideas which have obstructed the advance of science there have been others – such as speculative atomism – which have aided it. And looking at the matter from the psychological angle, I am inclined to think that scientific discovery is impossible without faith in ideas which are of a purely speculative kind, and sometimes even quite hazy; a faith which is completely unwarranted from the point of view of science, and which, to that extent, is ‘metaphysical’.⁵²

Yet having issued all these warnings, I still take it to be the first task of the logic of knowledge to put forward a *concept of empirical science*, in order to

⁵⁰ This is Dingler’s view; cf. note 1 to section 19.

⁵¹ This is the view of O. Spann (*Kategorienlehre*, 1924).

⁵² Cf. also: Planck. *Positivismus und reale Aussenwelt* (1931) and Einstein, *Die Religiosität der Forschung*, in *Mein Weltbild*, 1934, p. 43; English translation by A. Harris: *The World as I See It*, 1935, pp. 23 ff. *See also section 85, and my Postscript.

make linguistic usage, now somewhat uncertain, as definite as possible, and in order to draw a clear line of demarcation between science and metaphysical ideas – even though these ideas may have furthered the advance of science throughout its history.

5 EXPERIENCE AS A METHOD

The task of formulating an acceptable definition of the idea of an ‘empirical science’ is not without its difficulties. Some of these arise from *the fact that there must be many theoretical systems* with a logical structure very similar to the one which at any particular time is the accepted system of empirical science. This situation is sometimes described by saying that there is a great number – presumably an infinite number – of ‘logically possible worlds’. Yet the system called ‘empirical science’ is intended to represent only *one* world: the ‘real world’ or the ‘world of our experience’.

In order to make this idea a little more precise, we may distinguish three requirements which our empirical theoretical system will have to satisfy. First, it must be *synthetic*, so that it may represent a non-contradictory, a *possible* world. Secondly, it must satisfy the criterion of demarcation (*cf.* sections 6 and 21), *i. e.* it must not be metaphysical, but must represent a world of possible *experience*. Thirdly, it must be a system distinguished in some way from other such systems as the one which represents *our* world of experience.

But how is the system that represents our world of experience to be distinguished? The answer is: by the fact that it has been submitted to tests, and has stood up to tests. This means that it is to be distinguished by applying to it that deductive method which it is my aim to analyse, and to describe.

‘Experience’, on this view, appears as a distinctive *method* whereby one theoretical system may be distinguished from others; so that empirical science seems to be characterized not only by its logical form but, in addition, by its distinctive *method*. (This, of course, is also the view of the inductivists, who try to characterize empirical science by its use of the inductive method.)

The theory of knowledge, whose task is the analysis of the method or procedure peculiar to empirical science, may accordingly be described as a theory of the empirical method – *a theory of what is usually called ‘experience’*.

6 FALSIFIABILITY AS A CRITERION OF DEMARCATION

The criterion of demarcation inherent in inductive logic – that is, the positivistic dogma of meaning – is equivalent to the requirement that all the statements of empirical science (or all ‘meaningful’ statements) must be capable

of being finally decided, with respect to their truth *and* falsity; we shall say that they must be '*conclusively decidable*'. This means that their form must be such that *to verify them and to falsify them* must both be logically possible. Thus Schlick says: '...a genuine statement must be capable of *conclusive verification*';⁵³ and Waismann says still more clearly: 'If there is no possible way to *determine whether a statement is true* then that statement has no meaning whatsoever. For the meaning of a statement is the method of its verification.'⁵⁴

Now in my view there is no such thing as induction.⁵⁵ Thus inference to theories, from singular statements which are 'verified by experience' (whatever that may mean), is logically inadmissible. Theories are, therefore, *never* empirically verifiable. If we wish to avoid the positivist's mistake of eliminating, by our criterion of demarcation, the theoretical systems of natural science,⁵⁶ then we must choose a criterion which allows us to admit to the domain of empirical science even statements which cannot be verified.

But I shall certainly admit a system as empirical or scientific only if it is capable of being *tested* by experience. These considerations suggest that not the *verifiability* but the *falsifiability* of a system is to be taken as a criterion of demarcation.⁵⁷ In other words: I shall not require of a scientific system that it shall be capable of being singled out, once and for all, in a positive sense; but I shall require that its logical form shall be such that it can be singled out, by

⁵³ Schlick, *Naturwissenschaften* 19, 1931, p. 150.

⁵⁴ Waismann, *Erkenntnis* 1, 1903, p. 229.

⁵⁵ I am not, of course, here considering so-called 'mathematical induction'. What I am denying is that there is such a thing as induction in the so-called 'inductive sciences': that there are either 'inductive procedures' or 'inductive inferences'.

⁵⁶ In his *Logical Syntax* (1937, pp. 321 f.) Carnap admitted that this was a mistake (with a reference to my criticism); and he did so even more fully in 'Testability and Meaning', recognizing the fact that universal laws are not only 'convenient' for science but even 'essential' (*Philosophy of Science* 4, 1937, p. 27). But in his inductivist *Logical Foundations of Probability* (1950), he returns to a position very like the one here criticized: finding that universal laws have zero probability (p. 511), he is compelled to say (p. 575) that though they need not be expelled from science, science can very well do without them.

⁵⁷ Note that I suggest falsifiability as a criterion of demarcation, but *not of meaning*. Note, moreover, that I have already (section 4) sharply criticized the use of the idea of meaning as a criterion of demarcation, and that I attack the dogma of meaning again, even more sharply, in section 9. It is therefore a sheer myth (though any number of refutations of my theory have been based upon this myth) that I ever proposed falsifiability as a criterion of meaning. Falsifiability separates two kinds of perfectly meaningful statements: the falsifiable and the non-falsifiable. It draws a line inside meaningful language, not around it. See also appendix *i, and chapter *i of my *Postscript*, especially sections *17 and *19, and my *Conjectures and Refutations*, chs. 1 and 11.

means of empirical tests, in a negative sense: *it must be possible for an empirical scientific system to be refuted by experience.*⁵⁸

(Thus the statement, 'It will rain or not rain here tomorrow' will not be regarded as empirical, simply because it cannot be refuted; whereas the statement, 'It will rain here tomorrow' will be regarded as empirical.)

Various objections might be raised against the criterion of demarcation here proposed. In the first place, it may well seem somewhat wrong-headed to suggest that science, which is supposed to give us positive information, should be characterized as satisfying a negative requirement such as refutability. However, I shall show, in sections 31 to 46, that this objection has little weight, since the amount of positive information about the world which is conveyed by a scientific statement is the greater the more likely it is to clash, because of its logical character, with possible singular statements. (Not for nothing do we call the laws of nature 'laws': the more they prohibit the more they say.)

Again, the attempt might be made to turn against me my own criticism of the inductivist criterion of demarcation; for it might seem that objections can be raised against falsifiability as a criterion of demarcation similar to those which I myself raised against verifiability.

This attack would not disturb me. My proposal is based upon an *asymmetry* between verifiability and falsifiability; an asymmetry which results from the logical form of universal statements.*4 For these are never derivable from singular statements, but can be contradicted by singular statements. Consequently it is possible by means of purely deductive inferences (with the help of the *modus tollens* of classical logic) to argue from the truth of singular statements to the falsity of universal statements. Such an argument to the falsity of universal statements is the only strictly deductive kind of inference that proceeds, as it were, in the 'inductive direction'; that is, from singular to universal statements.

A third objection may seem more serious. It might be said that even if the asymmetry is admitted, it is still impossible, for various reasons, that any theoretical system should ever be conclusively falsified. For it is always possible to find some way of evading falsification, for example. This asymmetry is now more fully discussed in section *22 of my *Postscript*. by introducing *ad hoc* an auxiliary hypothesis, or by changing *ad hoc* a definition. It is even possible without logical inconsistency to adopt the position of simply refusing to

⁵⁸ Related ideas are to be found, for example, in Frank, *Die Kausalität und ihre Grenzen*, 1931, ch. I, §10 (pp. 15f.); Dubislav, *Die Definition* (3rd edition 1931), pp. 100 f. (Cf. also note 1 to section 4, above.)

acknowledge any falsifying experience whatsoever. Admittedly, scientists do not usually proceed in this way, but logically such procedure is possible; and this fact, it might be claimed, makes the logical value of my proposed criterion of demarcation dubious, to say the least.

I must admit the justice of this criticism; but I need not therefore withdraw my proposal to adopt falsifiability as a criterion of demarcation. For I am going to propose (in sections 20f.) that the *empirical method* shall be characterized as a method that excludes precisely those ways of evading falsification which, as my imaginary critic rightly insists, are logically possible. According to my proposal, what characterizes the empirical method is its manner of exposing to falsification, in every conceivable way, the system to be tested. Its aim is not to save the lives of untenable systems but, on the contrary, to select the one which is by comparison the fittest, by exposing them all to the fiercest struggle for survival.

The proposed criterion of demarcation also leads us to a solution of Hume's problem of induction – of the problem of the validity of natural laws. The root of this problem is the apparent contradiction between what may be called 'the fundamental thesis of empiricism' – the thesis that experience alone can decide upon the truth or falsity of scientific statements – and Hume's realization of the inadmissibility of inductive arguments. This contradiction arises only if it is assumed that all empirical scientific statements must be 'conclusively decidable', i. e. that their verification and their falsification must both in principle be possible. If we renounce this requirement and admit as empirical also statements which are decidable in one sense only – unilaterally decidable and, more especially, falsifiable – and which may be tested by systematic attempts to falsify them, the contradiction disappears: the method of falsification presupposes no inductive inference, but only the tautological transformations of deductive logic whose validity is not in dispute.⁵⁹

7 THE PROBLEM OF THE 'EMPIRICAL BASIS'

If falsifiability is to be at all applicable as a criterion of demarcation, then singular statements must be available which can serve as premises in falsifying inferences. Our criterion therefore appears only to shift the problem – to lead us back from the question of the empirical character of theories to the question of the empirical character of singular statements.

⁵⁹ For this see also my paper mentioned in note 1 to section 4, *now here reprinted in appendix *i; and my Postscript, esp. section *2.

Yet even so, something has been gained. For in the practice of scientific research, demarcation is sometimes of immediate urgency in connection with theoretical systems, whereas in connection with singular statements, doubt as to their empirical character rarely arises. It is true that errors of observation occur and that they give rise to false singular statements, but the scientist scarcely ever has occasion to describe a singular statement as non-empirical or metaphysical.

Problems of the empirical basis— that is, problems concerning the empirical character of singular statements, and how they are tested — thus play a part within the logic of science that differs somewhat from that played by most of the other problems which will concern us. For most of these stand in close relation to the *practice* of research, whilst the problem of the empirical basis belongs almost exclusively to the *theory* of knowledge. I shall have to deal with them, however, since they have given rise to many obscurities. This is especially true of the relation between *perceptual experiences* and *basic statements*. (What I call a ‘basic statement’ or a ‘basic proposition’ is a statement which can serve as a premise in an empirical falsification; in brief, a statement of a singular fact.)

Perceptual experiences have often been regarded as providing a kind of justification for basic statements. It was held that these statements are ‘based upon’ these experiences; that their truth becomes ‘manifest by inspection’ through these experiences; or that it is made ‘evident’ by these experiences, etc. All these expressions exhibit the perfectly sound tendency to emphasize the close connection between basic statements and our perceptual experiences. Yet it was also rightly felt that *statements can be logically justified only by statements*. Thus the connection between the perceptions and the statements remained obscure, and was described by correspondingly obscure expressions which elucidated nothing, but slurred over the difficulties or, at best, adumbrated them through metaphors.

Here too a solution can be found, I believe, if we clearly separate the psychological from the logical and methodological aspects of the problem.

We must distinguish between, on the one hand, *our subjective experiences or our feelings of conviction*, which can never justify any statement (though they can be made the subject of psychological investigation) and, on the other hand, the *objective logical relations* subsisting among the various systems of scientific statements, and within each of them.

The problems of the empirical basis will be discussed in some detail in sections 25 to 30. For the present I had better turn to the problem of scientific objectivity, since the terms ‘objective’ and ‘subjective’ which I have just used are in need of elucidation.

8 SCIENTIFIC OBJECTIVITY AND SUBJECTIVE CONVICTION

The words ‘objective’ and ‘subjective’ are philosophical terms heavily burdened with a heritage of contradictory usages and of inconclusive and interminable discussions.

My use of the terms ‘objective’ and ‘subjective’ is not unlike Kant’s. He uses the word ‘objective’ to indicate that scientific knowledge should be *justifiable*, independently of anybody’s whim: a justification is ‘objective’ if in principle it can be tested and understood by anybody. ‘If something is valid’, he writes, ‘for anybody in possession of his reason, then its grounds are objective and sufficient.’⁶⁰

Now I hold that scientific theories are never fully justifiable or verifiable, but that they are nevertheless testable. I shall therefore say that the *objectivity* of scientific statements lies in the fact that they can be *inter-subjectively tested*.⁶¹

The word ‘subjective’ is applied by Kant to our feelings of conviction (of varying degrees). To examine how these come about is the business of psychology. They may arise, for example, ‘in accordance with the laws of association’.⁶² Objective reasons too may serve as ‘subjective *causes* of judging’,⁶³ in so far as we may reflect upon these reasons, and become convinced of their cogency.

Kant was perhaps the first to realize that the objectivity of scientific statements is closely connected with the construction of theories – with the use of hypotheses and universal statements. Only when certain events recur in accordance with rules or regularities, as is the case with repeatable experiments, can our observations be tested – in principle – by anyone. We do not take even our own observations quite seriously, or accept them as scientific observations, until we have repeated and tested them. Only by such repetitions can we convince ourselves that we are not dealing with a mere isolated ‘coincidence’,

⁶⁰ Kritik der reinen Vernunft, Methodenlehre, 2. Hauptstück, 3. Abschnitt (2nd edition, p. 848; English translation by N. Kemp Smith, 1933: Critique of Pure Reason, The Transcendental Doctrine of Method, chapter ii, section 3, p. 645).

⁶¹ I have since generalized this formulation; for inter-subjective testing is merely a very important aspect of the more general idea of inter-subjective criticism, or in other words, of the idea of mutual rational control by critical discussion. This more general idea, discussed at some length in my Open Society and Its Enemies, chapters 23 and 24, and in my Poverty of Historicism, section 32, is also discussed in my Postscript, especially in chapters *i, *ii, and *vi.

⁶² Cf. Kritik der reinen Vernunft, Transcendentale Elementarlehre §19 (2nd edition, p. 142; English translation by N. Kemp Smith, 1933: Critique of Pure Reason, Transcendental Doctrine of Elements, §19, p. 159).

⁶³ Cf. Kritik der reinen Vernunft, Methodenlehre, 2. Hauptstück, 3. Abschnitt (2nd edition, p. 849; English translation, chapter ii, section 3, p. 646).

but with events which, on account of their regularity and reproducibility, are in principle inter-subjectively testable.⁶⁴

Every experimental physicist knows those surprising and inexplicable apparent ‘effects’ which in his laboratory can perhaps even be reproduced for some time, but which finally disappear without trace.

Of course, no physicist would say in such a case that he had made a scientific discovery (though he might try to rearrange his experiments so as to make the effect reproducible). Indeed the scientifically significant *physical effect* may be defined as that which can be regularly reproduced by anyone who carries out the appropriate experiment in the way prescribed. No serious physicist would offer for publication, as a scientific discovery, any such ‘occult effect’, as I propose to call it – one for whose reproduction he could give no instructions. The ‘discovery’ would be only too soon rejected as chimerical, simply because attempts to test it would lead to negative results.⁶⁵ (It follows that any controversy over the question whether events which are in principle unrepeatable and unique ever do occur cannot be decided by science: it would be a metaphysical controversy.)

We may now return to a point made in the previous section: to my thesis that a subjective experience, or a feeling of conviction, can never justify a scientific statement and that within science it can play no part except that of an object of an empirical (a psychological) inquiry. No matter how intense a feeling of conviction it may be, it can never justify a statement. Thus I may be utterly convinced of the truth of a statement; certain of the evidence of my perceptions; overwhelmed by the intensity of my experience: every doubt may seem to me absurd. But does this afford the slightest reason for science to accept my statement?

⁶⁴ Kant realized that from the required objectivity of scientific statements it follows that they must be at any time inter-subjectively testable, and that they must therefore have the form of universal laws or theories. He formulated this discovery somewhat obscurely by his ‘principle of temporal succession according to the law of causality’ (which principle he believed that he could prove a priori by employing the reasoning here indicated). I do not postulate any such principle (cf. section 12); but I agree that scientific statements, since they must be inter-subjectively testable, must always have the character of universal hypotheses. *See also note *1 to section 22.

⁶⁵ In the literature of physics there are to be found some instances of reports, by serious investigators, of the occurrence of effects which could not be reproduced, since further tests led to negative results. A well-known example from recent times is the unexplained positive result of Michelson’s experiment observed by Miller (1921–1926) at Mount Wilson, after he himself (as well as Morley) had previously reproduced Michelson’s negative result. But since later tests again gave negative results it is now customary to regard these latter as decisive, and to explain Miller’s divergent result as ‘due to unknown sources of error’. *See also section 22, especially footnote *1.

Can any statement be justified by the fact that K. is utterly convinced of its truth? The answer is, 'No'; and any other answer would be incompatible with the idea of scientific objectivity. Even the fact, for me to so firmly established, that I am experiencing this feeling of conviction, cannot appear within the field of objective science except in the form of a *psychological hypothesis* which, of course, calls for intersubjective testing: from the conjecture that I have this feeling of conviction the psychologist may deduce, with the help of psychological and other theories, certain predictions about my behaviour; and these may be confirmed or refuted in the course of experimental tests. But from the epistemological point of view, it is quite irrelevant whether my feeling of conviction was strong or weak; whether it came from a strong or even irresistible impression of indubitable certainty (or 'selfevidence'), or merely from a doubtful surmise. None of this has any bearing on the question of how scientific statements can be justified.

Considerations like these do not of course provide an answer to the problem of the empirical basis. But at least they help us to see its main difficulty. In demanding objectivity for basic statements as well as for other scientific statements, we deprive ourselves of any logical means by which we might have hoped to reduce the truth of scientific statements to our experiences. Moreover we debar ourselves from granting any favoured status to statements which describe experiences, such as those statements which describe our perceptions (and which are sometimes called 'protocol sentences'). They can occur in science only as psychological statements; and this means, as hypotheses of a kind whose standards of inter-subjective testing (considering the present state of psychology) are certainly not very high.

Whatever may be our eventual answer to the question of the empirical basis, one thing must be clear: if we adhere to our demand that scientific statements must be objective, then those statements which belong to the empirical basis of science must also be objective, i. e. inter-subjectively testable. Yet inter-subjective testability always implies that, from the statements which are to be tested, other testable statements can be deduced. Thus if the basic statements in their turn are to be inter-subjectively testable, *there can be no ultimate statements in science*: there can be no statements in science which cannot be tested, and therefore none which cannot in principle be refuted, by falsifying some of the conclusions which can be deduced from them.

We thus arrive at the following view. Systems of theories are tested by deducing from them statements of a lesser level of universality. These statements in their turn, since they are to be inter-subjectively testable, must be

testable in like manner – and so *ad infinitum*. It might be thought that this view leads to an infinite regress, and that it is therefore untenable. In section 1, when criticizing induction, I raised the objection that it may lead to an infinite regress; and it might well appear to the reader now that the very same objection can be urged against that procedure of deductive testing which I myself advocate.

However, this is not so. The deductive method of testing cannot establish or justify the statements which are being tested; nor is it intended to do so. Thus there is no danger of an infinite regress. But it must be admitted that the situation to which I have drawn attention – testability *ad infinitum* and the absence of ultimate statements which are not in need of tests – does create a problem. For, clearly, tests cannot in fact be carried on *ad infinitum*: sooner or later we have to stop. Without discussing this problem here in detail, I only wish to point out that the fact that the tests cannot go on for ever does not clash with my demand that every scientific statement must be testable. For I do not demand that every scientific statement must *have in fact been tested* before it is accepted. I only demand that every such statement must be *capable* of being tested; or in other words, I refuse to accept the view that there are statements in science which we have, resignedly, to accept as true merely because it does not seem possible, for logical reasons, to test them.

Recommended reading

1. Aristotle Physics / Aristotle. Oxford University Press, USA. 2008. – 384 p.
2. Blackburn S. The Oxford dictionary of philosophy / Simon Blackburn. Oxford University Press, 2008. – 416 p.
3. Chalmers A. What is this thing called Science? What is this thing called science?: an assessment of the nature and status of science and its methods. 4th ed. / Alan Chalmers. – Australia by McPherson's Printing Group, 2007. – 264 p.
4. Corradini A., O'Connor T. Emergence in science and philosophy / ed. by A. Corradini, T. O'Connor. – New York; London: Routledge, 2010. – 314 p.
5. Fernandez-Armesto F. Ideas That Shaped Mankind. A Concise History of Human Thought / F. Fernandez-Armesto. – Queen Mary University of London. Recorded Books, LLC, 2004. – 84 p.
6. Feyerabend P. Selected works on the methodology of science / P. Feyerabend – M.: Moscow: Progress Publ., 1986. – 542 p.
7. Feyerabend P. Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge / P. Feyerabend. – London, 1975. – 467 p.
8. Feyerabend, P. Science in a Free Society / P. Feyerabend. – London: New Left Books, 1978. – 153 p.
9. Hosking G. Epochs of European History: Reformation to the Twenty-First Century / Geoffrey Hosking. – Modern Scholar Series. Recorded Books, LLC, 2006. – 347 p.
10. Kant I. Critique of pure reason / Immanuel Kant. – Cambridge University Press, 2007. – 796 p.
11. Kosman A. Plato and Aristotle. The Genesis of Western Thought / Aryeh Kosman. Recorded Books, LLC, 2003. – 70 p.
12. Kreeft P. Ethics: A History of Moral Thought / Peter Kreeft. Recorded Books, LLC, 2003. – 97 p.
13. Kuhn T. The Structure of Scientific Revolutions. 50th anniversary. Ian Hacking (intro.) (4th ed.). / Thomas S. Kuhn. University of Chicago Press. 2012. p. 264.
14. Lakatos I. The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers Volume 1. / Imre Lakatos. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. – 260 p.
15. Lakatos I. Criticism and the Growth of Knowledge / Imre Lakatos. Cambridge: Cambridge University Press. 2004. – 292 p.
16. Lerra A. Abduction in Logic, Philosophy of Science, and Artificial Intelligence / Attocho Lerra. ILLC, 1997. – 209 p.

17. On the Philosophy of Science, edited by Charles A. Fritz, Jr. Indianapolis: The Bobbs – Merrill Company, 1965. – 226 p.
18. Kreeft, P. Faith and Reason. The Philosophy of Religion / Peter Kreeft – Recorded Books, LLC, 2005. – 241 p.
19. Philosophy. A Guide through the subject. Vol. 1. Oxford University Press, USA, 2007. – 688 p.
20. Philosophy. Further through the subject. Vol. 2. Oxford University Press, USA, 2007. – 880 p.
21. Plato Ethics, politics, religion, and the soul / Plato. – Oxford University Press, USA, 2008. – 490 p.
22. Polanyi, M. Personal knowledge / M. Polanyi. – Mary Jo Nye, 2015. – 464 p.
23. Popper K. The Logic of Scientific Discovery / Karl Popper. – Routledge, 2002. – 544 p.
24. Popper, K. Knowledge and the Mind-Body Problem: In Defence of Interaction / Karl Popper. 1st ed. – London: Routledge, 1996. – 158 p.
25. Popper, K. Objective knowledge: an evolutionary approach / Karl Popper. – Oxford Clarendon Press, 1972. – 384 p.
26. Popper, K. The Open Society and Its Enemies / Karl Popper. – Princeton University Press, 1971. – 376 p.
27. Popper, Karl The Two Fundamental Problems of the Theory of Knowledge / Karl Popper. – Routledge, 2008. – 510 p.
28. Putnam, H. Reason, truth and history / Hilary Putnam. – Cambridge University Press, 2004. – 222 p.
29. Russell, B. A History of Western Philosophy and Its Connection with Political and Social Circumstances from the Earliest Times to the Present Day / Bertrand Russell. – Routledge Classics, 2008. – 895 p.
30. Russell, B. Introduction to mathematical philosophy / Bertrand Russell. – Dover Publications, 1993. – 224 p.
31. Russell B. Logic and knowledge / B. Russell. – Routledge, 2007. – 382 p.
32. Stepin V. Theoretical knowledge: Structure, Historical evolution / V. Stepin. M.: Progress-Tradition, 2000. – 743 p.
33. Warburton, N. Philosophy: Basic Readings. 5th Edition. / Nigel Warburton. – Routledge, 2004. – 588 p.

Список литературы

1. Алферов Ж.И. Наука и общество / Ж.И. Алферов. Физико-технический ин-т им. А.Ф. Иоффе – СПб.: Наука, 2006. – 383 с.
2. Аристотель. Физика / Аристотель; Пер. с греч. Карпов В. – М.: КомКнига, 2016. – 230 с.
3. Аршинов В.И. Синергетическая парадигма: Многообразие поисков и подходов / Отв. ред.: В.И. Аршинов и др. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 535 с.
4. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление. Кн. 2 / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1978. – 19 с.
5. Гайденко В.П., Смирнов Г.А. Западноевропейская наука в Средние века / В.П. Гайденко, Г.А. Смирнов – М.: Наука, 1989. – 352 с.
6. Гайденко П.П. Эволюция понятия науки (XVII-XVIII вв.). Формирование научных программ нового времени / П.П. Гайденко – М.: Наука 1987 г. – 447 с.
7. Иллюстрированная история суеверий и волшебства: от древности до наших дней. Издание 2-е. / Сост. Леман. – Киев: Украина, 1993. – 399 с.
8. Канке В.А. Основные философские направления и концепции науки. Итоги XX века / В.А. Канке. – М.: Логос, 2000. – 320 с.
9. Кант И. Критика чистого разума / И. Кант. – М.: Эксмо, 2007. – 1120 с.
10. Келле В.Ж. Наука как компонент социальной системы / В.Ж. Келле; Отв. ред. И.С. Тимофеев; АН СССР, Ин-т истории естествознания и техники. – М.: Наука, 1988. – 198 с.
11. Койре А. Очерки истории философской мысли. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий / пер. с фр. Я. Ляткера. 2-е изд. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 286 с.
12. Косарева Л.М. Социокультурный генезис науки: философский аспект проблемы / Л.М. Косарева. – М.: Наука, 2003. – 160 с.
13. Кочергин, А.Н. Наука как социальное явление / А.Н. Кочергин; Науч. ред. А.С. Кравец. –Воронеж: Изд-во Воронеж.ун-та, 1992 . –168 с.
14. Кравец А.С. Наука как феномен культуры / А.С. Кравец. – Воронеж, Изд. ВГУ, 1998. – 92 с.
15. Кузнецова Н.И. Наука в ее истории / Н.И. Кузнецова. – М.: Наука, 1982. – 128 с.
16. Кун Т. Структура научных революций. (4-е изд.) / Т. Кун. – Университет Чикаго Пресс, 2012. – 264 с.

17. Купцов В.И., Девятова С.В. Развитие естествознания в контексте мировой истории: Учеб. пособие / С.В. Девятова, В.И. Купцов; Междунар. независимый эколого-политол. ун-т. – М.: Изд-во МНЭПУ 1998. – 145 с.
18. Курашов В.И. Начала философии науки / В.И. Курашов. – М.: КДУ, 2007. – 448 с.
19. Лакатос И. История науки и ее рациональные реконструкции // Кун Т. Структура научных революций. – М.: АСТ, 2003. – С. 455- 488.
20. Лакатос И. Фальсификация и методология научно-исследовательских программ / И. Лакатос. – М.: 1995. – 265 с.
21. Лешкевич Т.Г. Философия науки: традиции и новации: Учебное пособие для вузов / Т.Г. Лешкевич – М.: «Издательство ПРИОР», 2001. – 428 с.
22. Мамчур Е.А. Проблемы социокультурной детерминации научного знания: К дискуссиям в современ. постпозитивист. философии науки / Е.А. Мамчур; Отв. ред. Ю.В. Сачков; АН СССР, Ин-т философии. – М.: Наука, 1987 – 125 с.
23. Мертон Р. Амбивалентность ученого / Р. Мертон. – М.: Прогресс, 1965. – 127 с.
24. Микешина Л.А. Методология научного познания в контексте культуры / Л.А. Микешина – М.: Исслед. Центр по пробл. управления качеством подгот. специалистов, 1992. – 143 с.
25. Микешина Л.А. Философия науки: Современная эпистемология. Научное знание в динамике культуры. Методология научного исследования: учеб. пособие / Л.А. Микешина. – М.: Прогресс-Традиция: МПСИ: Флинта, 2005.. М., 2005. – 464 с.
26. Наука и культура: Материалы "круглого стола" // Вопросы философии. – 1998. – № 10. – С. 3-38.
27. Никифоров А.Л. Философия науки: история и методология. Учебное пособие / А.Л. Никифоров. – М.: Дом интеллектуальной книги, 1998. – 280 с.
28. Огурцов А.П. Дисциплинарная структура науки Ее генезис и обоснование / А.П. Огурцов. – М.: Наука, 1988. – 256 с.
29. Платон Собрание сочинений: В 4 т.: Пер. с древнегреч. / Платон. – Общ. ред. А.Ф. Лосева и др.; АН СССР, Ин-т философии. – М.: Мысль, 1990.
30. Полани М. Личностное знание: на пути к посткритической философии: перевод с английского / Майкл Полани. – Москва: Прогресс, 1985. – 344 с.
31. Поппер К. Логика и рост научного знания: Избр. работы. Пер. с англ./ К. Поппер; Сост., общ. ред. и вступ. ст. [с. 5-32] В.Н. Садовского. – М.: Прогресс, 1983. – 605 с.

32. Поппер К. Знание и психофизическая проблема = Knowledge and the body-mind problem: в защиту взаимодействия / Карл Р. Поппер; пер. с англ. и послесл. к.психол.н. И.В. Журавлева. – Москва: URSS: Изд-во ЛКИ, 2008. – 251 с.
33. Поппер К. Объективное знание. Эволюционный подход / К.Р. Поппер; Пер. с англ. Д.Г. Лахути; Отв. ред. В.Н. Садовский. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 381с.
34. Поппер К. Открытое общество и его враги: [в 2 томах] / Карл Поппер; пер. с англ. под ред. В.Н. Садовского. – Москва: Международный фонд "Культурная инициатива" – Soros foundation, 1992.
35. Порус В.Н. Рациональность. Наука. Культура. Сборник. – М.: Университет Российской Академии образования. Кафедра философии, 2002. – 352 с.
36. Рассел Б. Введение в математическую философию Избранные работы. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 264 с.
37. Рассел, Б. История западной философии и ее связи с политическими и социальными условиями от античности до наших дней: В 3 кн. / Б.Рассел. – 3-е изд., стер. – М.: Академ. проект, 2000. – 767 с.
38. Рузавин Г.И. Методология научного познания: учеб. пособие для студентов и аспирантов вузов / Г.И. Рузавин. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 287 с.
39. Рузавин Г.И. Философия науки: учеб. пособие для студентов вузов / Г.И. Рузавин. – [2-е изд.]. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 400 с.
40. Сачков Ю.В. Научный метод: Вопр. и развитие / Ю.В. Сачков; Рос. акад. наук, Ин-т философии. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 159 с.
41. Современная философия науки: знание, рациональность, ценности в трудах мыслителей Запада. Хрестоматия. М.: Логос, 1996. – 588 с.
42. Современный философский словарь / Под. общ. ред. В.Е. Кемерова – М.: Акад. Проект. 2004. – 861 с.
43. Соломатин В.А. История науки: Учеб. пособие для студентов вузов / В.А. Соломатин. – М.: ПЕР СЭ, 2003. – 350 с.
44. Степин В.С. Теоретическое знание: Структура, историческая эволюция / В.С. Степин. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 743 с.
45. Степин В.С. Традиции и революции в развитии науки. М.: Наука, 1991 – 238 с.
46. Степин В.С. Философия науки: общие пробл.: учеб. для системы послевуз. проф. образования / В.С. Степин. – Москва: Гардарики, 2006. – 382 с.

Список литературы

47. Степин В.С. Философия науки и техники: учеб. пособие для вузов / В.С. Степин. – М.: ПИФ "Контакт-альфа", 1995. – 380 с.
48. Степин В.С., Кузнецова Л.Ф. Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации / В.С. Степин, Л.Ф. Кузнецова. – М.: ИФРАН, 1994. – 274 с.
49. Томпсон М. Философия науки / Мел Томпсон; Пер. с англ. А. Гарькавого. – Москва: Гранд: ФАИР-ПРЕСС, 2003. – 297с.
50. Тулмин С. Человеческое понимание / Ст. Тулмин; пер. с англ. З.В. Кагановой; общ. ред. и вступ. ст. П.Е. Сивоконя. – Москва: Прогресс, 1984. – 327 с.
51. Фейерабенд П. Избранные труды по методологии науки: перевод с английского и немецкого / Пол Фейерабенд; пер. А.Л. Никифоров; под общ. ред. И.С. Нарского. – Москва: Прогресс, 1986. – 542 с.
52. Фейерабенд П. Наука в свободном обществе // Избранные труды по методологии науки. – М.: Наука, 1986. – С. 467-523.
53. Фейерабенд П. Против методологического принуждения: очерк анархистской теории познания / П. Фейерабенд; пер. с англ. и нем. А.Л. Никифорова; общ. ред. И.С. Нарского. – Благовещенск: Благовещенский гуманитарный колледж им. И.А. Бодуэна де Куртенэ, 1998. – 352 с.
54. Философия науки: общие проблемы познания, методология естеств. и гуманит. наук: хрестоматия; Каф. философии Моск. гос. пед. ун-та. – Москва: Прогресс-Традиция: МПСИ: Флинта, 2005. – 992 с.
55. Фролов И.Т. О человеке и гуманизме / И.Т. – Фролов. М.: Издательство политической литературы, 1989. – 560 с.
56. Фролов И.Т. Этика науки: Проблемы и дискуссии / И.Т. Фролов – М.: Политиздат, 1986. – 399 с.
57. Швырев В.С. Теоретическое и эмпирическое в научном познании / В.С. Швырев. – Москва: Наука, 1978. – 382 с..
58. Шухардин С.В., Ламан Н.К., Федоров А.С. Техника в ее историческом развитии / С.В. Шухардин, Н.К. Ламан, А.С. Федоров. – М.: Наука, 1979. – 416 с.