

---

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
«Управление инновациями»

\_\_\_\_\_ /*А.Ф.Уваров*  
(подпись) (ФИО)  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2012 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
МАГИСТРАНТОВ**

по дисциплине

**ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ НОВОВВЕДЕНИЙ**  
(в области электронной техники)

Составлена кафедрой

«Управление инновациями»

Для магистрантов, обучающихся по по направлению магистерской подготовки 222000.68  
«Инноватика» (профиль «Управление инновациями в электронной технике»)

Форма обучения

очная

Составитель  
Доцент, к.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_ П.Н. Дробот

Томск 2012 г.

## Оглавление

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 3  |
| Раздел 1. «История и философия нововведений как отражение развития общества, культуры и цивилизации».....   | 4  |
| Раздел 2. «Принципы и методы экспериментального исследования. Научные традиции, открытия, революции. Роль науки в развитии техники Этические нормы науки.»..... | 14 |
| Раздел 3. «Основные векторы творческой деятельности человека, их взаимосвязи, взаимодополнения и взаимообогащения».....   | 21 |
| Раздел 4. «Научно-технический прогресс и экономика знаний; их роль в современном мире».....   | 22 |
| Раздел 5. «Модель экономики знаний в виде тесного взаимодействия институтов власти, высокотехнологичного бизнеса и науки («Тройная спираль»»)».....             | 25 |
| Приложение 1 .....  | 33 |

## **Введение**

Дисциплина «История и философия нововведений» М1.Б.1 относится к базовой части М1.Б общенаучного цикла М1 дисциплин ФГОС по направлению 222000.68 «Инноватика».

Цель данного пособия состоит в выработке практических навыков применения в профессиональной деятельности будущего магистра знаний основ философии и научно-практической методологии и навыков анализа, основанного, с одной стороны, на понимании опыта философии и методологии науки и, с другой стороны, на глубоком знании истории полупроводниковой электроники и электронной техники.

Предлагаемые занятия позволят глубже освоить теоретические и практические вопросы научной методологии, глубоко изучить и понять вопросы истории полупроводниковой электроники и электронной техники и научиться применять полученные знания на практике в профессиональной деятельности для оценки инновационных разработок, в первую очередь в сферах полупроводниковой электроники и электронной техники, по следующим критериям: степень методологической проработки, высота технического уровня, изобретательский уровень и другие характерные ключевые аспекты инновационной разработки.

## **Раздел 1. «История и философия нововведений как отражение развития общества, культуры и цивилизации».**

### **1. Знания и средства труда в древнем мире (500-4 тыс. лет до н.э.)**

#### ***ременных условиях.***

Для изучения темы необходимо рассмотреть продолжительный период, охватывающий основные этапы становления вида Homo, ознакомиться с различными датировками периода и основными критериями периодизации. Задайтесь вопросом, почему на грани нижнего и верхнего палеолита, около 40-30 тыс. лет назад, произошел трудно объяснимый радикальный скачок в физическом и интеллектуальном развитии формирующегося человека: появляется человек современного типа.

Неолит, новокаменный век, получил название из-за широкого внедрения новых способов обработки крупных каменных орудий: шлифования, сверления и пиления. Термин «неолитическая революция» введен Г. Чайльдом в 30-х гг. XX в. для характеристики процесса перехода присваивающей экономики к производящей. Присваивающий тип хозяйства сопровождался дикостью, которому соответствовало общество, существовавшее за счет охоты и сбора пищи. Варварство – уровень общественной организации земледельческих народов, не достигших цивилизации. Переход от охоты к земледелию ослабил основу первобытнообщинного строя. Значение племени, как единого целого, уменьшилось, т.к. семья стала самообеспечивающей единицей. Какие средства труда помогли этому?

Лук – первый созданный человеком механизм, действующий по принципу накопления энергии. Лучник, постепенно натягивая лук, сообщает ему свою энергию, накапливающуюся и сохраняющуюся в луке до тех пор, пока она не будет освобождена в концентрированной форме в момент выстрела. Копье-метатель – рычаг, удлиняющий руку человека и позволяющий бросать копье дальше.

Необходимо усвоить, что «неолитическая революция» характеризуется переходом от охоты к скотоводству, от собирательства к земледелию, освоению новых технологических операций. С постепенным развитием неолитического хозяйства ремесло было отделено от земледелия и скотоводства, и появилась возможность содержать специалистов, которые не занимались приготовлением пищи. По мере производства большего, чем требовалось, объема, товары стали обменивать, в первую очередь, на привезенные медь и медные руды, особенно, там, где они не производились.

Следует охарактеризовать условия, которые позволили перейти от присваивающей формы хозяйства к производящей; определить ореол его распространения и процесс перехода. В 1930-е гг. Н.И. Вавилов выделил семь вероятных самостоятельных очагов возникновения земледельческой культуры. Сравните эти территории и проследите общие для них закономерности. Переход к земледелию, прочный оседлый образ жизни, необходимость хранения продуктов земледелия и приготовления пищи вызвали экономическую потребность в изобретении посуды. Сформулируйте понятие «глинобитная культура».

Изучая виды ремесел, обратите, прежде всего, внимание на процесс распространения ткачества. Ручной ткацкий станок появился в V в. до н.э. Прядильная машина состояла из вилкообразной палки или рогатки, на которой держалась пряжа, и короткой палки с крючком или зарубкой на одном ее конце и с маховиком из камня или обожженной глины на другом, чтобы обеспечить постоянное вращение, посредством которого волокна свиваются в нить. Ткацкий станок состоял из двух брусьев, прикрепленных к вбитым в землю кольшкам, между которыми натягивались нити основы. Ткач попеременно проталкивал пальцами нить утка над и под нитями основы.

Выясните, что явилось причиной обработки металла, и почему с введением в обиход меди процесс накопления излишков возрос. Развитие общества пошло двумя путями: 1) установление господства путем определения размера дани или арендной платы за землю, возникновение класса рабовладельцев и рабов, создание царств, способных себя защитить и покорять с помощью армии другие местности; 2) образование класса жрецов, которые благодаря своей особой духовной роли получили возможность распоряжаться излишками, предназначая их в дань богам, а на деле накапливая в зернохранилищах храма.

Какова роль художественного творчества? С древним искусством, через пиктограммы, связывают появление письменности, развитие речи, всех форм социализации и коммуникации. Познавательная функция в силу специфики изображения наиболее адекватно представлена именно в изобразительном искусстве первобытного человека. В создании аппарата магии выражается не только страх человека перед таинственными силами природы, но и вера в возможность управлять этими силами, уверенность в своей власти над ними.

## **2. Научные открытия и технические изобретения периода античности (4 тыс. до н.э. – V в.)**

Общепринятыми хронологическими рамками античности являются: начало – IX-VIII вв. до н.э., окончание – 476 г. н.э., наиболее общие из которых: архаика, классика, эллинизм, период Римской империи.

Обратите внимание на то, что все древние цивилизации являются переходом от архаики к новым принципам представления, описания и использования знаний. К 3000 г. до н.э. на смену простым варварским общинам примерно равных по своему благосостоянию земледельцев пришли государства, в которых подавляющая часть населения жила на грани физического существования в качестве рабов или крепостных, а все излишки плодов их труда использовались для создания роскошных условий жизни немногочисленного привилегированного класса. Классовое деление стало основой структуры общества.

При ответе на вопрос, почему классовое общество не смогло обеспечить непрерывного технического прогресса, надо помнить, что зависимое население не было заинтересовано в усовершенствовании орудий труда, т.к. в силу занятости у него не оставалось времени на изобретательство, а свободный добавочный продукт изымался.

В период с 3000 по 2500 гг. до н.э. наблюдалось непрерывное распространение технических достижений бронзового века на территории Европы и Азии, поэтому дальнейшее развитие техники происходило на более широкой основе, чем прежде. Так, большие организационные системы на Востоке, накопившие в своих руках значительную часть материальных и финансовых средств, смогли создавать эффективные ирригационные механизмы, которые служили основой процветания Египта, Месопотамии и Индии.

Характеризуя изобретения застойного периода с 2500 по 2000 гг. до н.э., следует отметить лишь усовершенствования в области обработки металлов. Так, щипцы были увеличены в размерах и превращены в клещи, при помощи которых кузнец мог крепко держать куски раскаленного металла. Изобретение воздуходувных мехов улучшило процесс обработки металлов. Усовершенствованный процесс литья предусматривал конструкцию модели из воска, обмазанного глиной. При обжиге воск вытекал, а глина, затвердевая, превращалась в литейную форму. Был разработан управляемый процесс выплавки бронзы (сплавы меди с оловом).

Задайтесь вопросом, почему в период с 1100 г. по 500 г. до н.э. значительно возрос жизненный уровень населения и каковы были его последствия. Ремесленник и купец начали производить и поставлять товары на общий рынок. Стало возможным производить товары для продажи неизвестному потребителю. С усовершенствованием средств

сообщения рынок сбыта товаров стал находиться дальше от места их производства. Прежде всего, это было характерно для стран с развитым мореплаванием. Чеканка монет, начавшаяся к 600 г. до н.э., освободила купцов от сложностей меновой торговли.

Благодаря крупным сдвигам в развитии производства более совершенных орудий труда и оружия из железа большую хозяйственную самостоятельность и независимость от опеки знатных семейств приобрели более широкие слои ремесленников и купцов. Это привело к децентрализации экономического могущества и его сосредоточению в руках значительно большего круга людей.

Необходимо понять, в чем причины поступательности технического прогресса в рассматриваемый период в Греции. К 450 г. до н.э. после нескольких столетий железного века Афины учредили демократическую конституцию, по которой фактически не существовало законодательного различия между правами граждан. Однако права не распространялись на женщин, рабов и чужеземцев. Афины стали первым государством, построившим свою экономику на вывозе специально произведенных продуктов. Благодаря эффективности производства и концентрации трудовых ресурсов в крупных мастерских, где каждый работник специализируется на одной операции, выход массовых товаров на рынок значительно возрос.

Почему в середине первого тысячелетия до н.э. технический прогресс был остановлен? Из-за возникновения крупной рабовладельческой промышленности был вытеснен труд бывших свободных ремесленников. Сила рабов, ряды которых пополнялись благодаря победоносным военным завоеваниям и успешным налетам пиратов, разрешала все проблемы тяжелого труда. Примерно с 450 г. до н.э. внедрение рабовладельческого труда сильно задержало использование тягловой силы для приведения в движение машин. Труд ассоциировался у граждан с рабами, поэтому презирался. Технический прогресс был также задержан из-за раздробленности Средиземноморья на множество городов-государств, которые находились в состоянии войны друг с другом. Раздробленность значительно сужала рынки сбыта промышленных товаров и отвлекала людские ресурсы на военные походы.

В Риме богатые горожане охотнее вкладывали капиталы в рабов, чем в машины. Поэтому в эпоху расширения Римской империи почти ничего не было сделано для того, чтобы поставить водяную мельницу на службу человеку.

Обратите внимание на то, что поступательное движение технического прогресса в Греции и Италии античного периода было обусловлено развитием естествознания, для которого были характерны периоды ранней греческой науки («науки о природе»), эллинистических наук, постепенного упадка. Отсутствие эксперимента свидетельствовало о содержательном типе мышления античности, специфически негативном восприятии физического труда и, напротив, ощущении Космоса как живого существа. С другой стороны, такие сооружения античности, как Колосс Родосский, Александрийский маяк, водовод на о. Самос и др., с точки зрения современного инженерного подхода не могут быть результатом «метода проб и ошибок», надо как минимум владеть теориями сопротивления материалов, прочности» и т.д.

### ***3. Развитие научной мысли и ее реализация в технике в феодальных государствах средневековья (V – XVI вв.)***

В Средневековье выделяют темное время – раннее средневековье (VI – IX вв.), средний период (X – XI вв.), высокое (зрелое, развитое, классическое) средневековье (XII – XV вв.).

Необходимо отметить, что возобновление технического прогресса было обусловлено социальными переменами в Римской империи. По мере ее распада стирались острые

классовые противоречия, в том числе исчезло рабство, производство вернулось к системе местных автономных натуральных хозяйств. С другой стороны, производственные успехи варварских племен, вторгшихся на территорию империи, в том числе, коса, усовершенствованная соха нашли там быстрое применение. Теперь общество состояло из крепостных, привязанных к обрабатываемой ими земле, однако наделенных определенными правами на получение доли продуктов своего труда, и помещиков, поддерживающих с ними тесные связи.

Обратите внимание на то, что в средневековом обществе этические нормы были пересмотрены. Физический труд стал достойным занятием и начал пользоваться уважением. Новая гуманистическая этика христианства способствовала этому, поддерживая заинтересованность населения в технических знаниях. Установление независимости городов от помещиков и превращение цехов в организации, защищавшие интересы ремесленников, превратило мастера в равноправного члена общества.

Вместе с тем, крупные машины можно было бы использовать в полной мере лишь при объединении совместно работавших людей. Это заложило основу для роста капиталистической системы производства, при которой владельцу принадлежали ресурсы, здания, сырье. Хозяин мануфактуры предоставлял необходимый капитал, работу выполняли наемные рабочие, получавшие заработную плату, и которые в отличие от поденщика-ремесленника или цеховой организации сами работодателями никогда не становились. С мануфактурами устаревшие кустарные мастерские конкурировать не могли. К тому же внедрение машин способствовало расширению капиталистического способа производства за счет их промыслов, поэтому владельцы мастерских пытались помешать использованию машин.

Важно отметить интегрирующий характер новых способов и средств передвижения. Энергия воды, ветра и тяговая сила животных оставались основой развития крупных механизмов вплоть до XVIII в. Производство товаров перестало быть локальным, в то время как характер производства приобрел концентрированный характер.

Накопив знания о соединении механических элементов, люди попытались найти способы преобразования различных видов движения – вращательного – в возвратно-поступательное и обратно. Основным механизмом для превращения поступательного движения во вращательное служит кривошип. Однако в древности об этом не догадывались. Большие мельничные жернова вращали рабы или животные, ходившие по кругу. Менее же крупные жернова приводились в движение с помощью выступавших сбоку радикальных рукояток. Вертикальная рукоятка, позволявшая осуществлять непрерывное вращение благодаря кривошипному устройству, появилась только в средние века.

Средневековый технологический прорыв был вызван появлением тяжелого колесного плуга для глубокой вспашки; заменой волов на лошадей как тяговых животных; созданием жесткого хомута, позволившем существенно увеличить тяговое усилие; освоением и использованием энергетических ресурсов.

К техническим инновациям, оказавшим радикальное воздействие на всю культуру средневековья, относятся заимствование пороха и бумаги, разработка и внедрение в хозяйственный и культурный оборот различных механических устройств.

Инженеры XV – XVII вв. продолжали, как и в римскую эпоху, определять размеры элементов сооружений, полагаясь лишь на практический опыт или интуицию мастера. В этот период в строительной технике вместо готической стрельчатой арки, опирающейся на пучки колонн, начинает применяться полуциркулярная арка, покоящаяся на классической колонне, обычной для древнеримской архитектуры. Начиная со второй половины XVI в. в отделке зданий наблюдается стремление к скульптурной четкости форм, пластичности и уравновешенности композиции, что свойственно зданиям, построенным в стиле классицизма.

В рассматриваемый период были созданы общественные научные организации, которые накапливали и систематизировали знания о машинах, способствовали их внедрению, поощряли изобретательство. Началась публикация первых трудов по машиноведению и прикладной механике, велась разработка теоретических основ механики.

Структура средневекового научного знания включает физико-космологическое, ядром которого является учение о движении; учение о свете; науку о душе; комплекс астролого-медицинских знаний, в том числе учение о минералах и алхимия.

Единство средневекового знания определялось гуманитарной и естественнонаучной составляющей. К первой – «тривиум» - относились грамматика, риторика и логика; ко второй - «квадривиум» - арифметика, геометрия, астрономия, музыка.

Важный аспект темы – изучение взаимосвязи рационального знания и религиозной веры.

Заметим, что познавательная ситуация в средние века определялась различными толкованиями истины, в том числе как божественного откровения, воплощенного в слове; для сотворения человека по образу и подобию Бога; пониманием разума как причастия, познания как литургии (внутреннего движения к Богу).

Совокупность экономических, политических, социально-психологических факторов повлияла на возникновение гуманизма, новой идеей которого была «индивидуальность», не сводимая к простой «атомарности» человека, но провозглашающая самоценность личности. Мощь этой идеи проявлялась в двух направлениях: прорыв основ католицизма, казавшихся до того незыблемыми, и утверждение всемогущества человека.

Отличительной чертой Возрождения является связь научного мышления и художественного восприятия мира. Прелюдия Возрождения - Дученто – приходится на конец XIII в.; начальный период - Треченто - XIV в.; средний период – Кватроченто - XV в.; позднее, Высокое Возрождение – Чиквенченто – XVI в., завершается все ранней Реформацией.

Для XIV-XVI вв. характерна тесная связь науки с производством. Естественнонаучные знания были объявлены приоритетными, а исследования приобрели регулярный характер. Например, изобретенная полиграфическая технология, включавшая словолитный, наборный и печатный процессы, несла на себе огромную созидательную функцию, т.к. процесс тиражирования знаний возрос многократно.

Для Возрождения характерны достаточно сильные «вызовы» научному мышлению и «научной практике» со стороны «реальной практики». Так, Ф. Бэкон в качестве основных задач медицины сформулировал такие позиции, как сохранение здоровья; излечение болезней; продолжение жизни. На основе заложенного научного фундамента анатомии в период Возрождения получило свое развитие физиология, терапия и хирургия.

Реформация создавала совершенно иной интеллектуальный климат, воздействие которого на научное мышление трудно переоценить. Так, идея спасения, систематического строительства правильного пути, т.е. метода, была центральной в ее идеологии.

#### ***4. Развитие науки и техники в России в X – первой половине XVII вв.***

Работая над подготовкой этой темы, следует, прежде всего, обозначить общий пласт, который вмещает в себя историю науки и техники. Это - «культура», как совокупность достижений человечества в производственном, общественном и умственном отношении. При этом следует подчеркнуть, что национальная культура России является составной частью мировой культуры.

Особенно важно учитывать корни научных исследований и технических разработок.

Наука, как часть культуры, нуждается во взаимосвязи с другими источниками знаний и не может существовать только в рамках государственных границ. Поэтому



изучение роли функционирования, особенностей науки и техники в дореволюционной России следует рассматривать как часть мирового культурного наследия.

Обратите внимание, что, следуя общепринятой в истории российской науки классификации, материал пятой главы учебного пособия изложен в соответствии с такими отраслями знаний, как математика, механика, астрономия, физика, химия, геология, география, биология, медицина.

Наличие фактического материала определило особенность изучения материала. В первую очередь, освоите материал, посвященный складыванию гуманитарных начал просвещения на Руси в X-XVII вв., изложенный в хронологическом порядке. Трудности в определении времени зарождения и рамок существования основных этапов в эволюции естественнонаучных и технических знаний Киевской Руси, феодальных княжеств, Московского государства обусловили тематический принцип построения второй, основной части пятой главы. Обратите внимание, что в нарушение общепринятой классификации астрономия, как выделившаяся в отрасль знаний ранее других, рассматривается в первую очередь. В соответствии со сложившейся на тот период практикой «механика» изложена в разделе «физики». В учебном пособии осуществлена попытка раскрыть процесс приобретения на Руси естественнонаучных и технических знаний в период относительной изоляции от арабской науки и греческой античной философии в X-XII вв., а также западноевропейского научного влияния - в XIII-XVII вв.

В пятой главе учебного пособия не ставилась задача детально показать взаимосвязь отдельных элементов отечественной культуры, например, науки и религии. В X – XVII вв. рост грамотности и естественнонаучных представлений населения на Руси осуществлялся во многом благодаря усилиям служителей церкви по просвещению населения и переводу европейской богословской литературы, содержащей здравые научные идеи в различных отраслях знаний. Следует самостоятельно изучить социально-экономические условия и политический строй на Руси в X-XVII вв., повлиявших на развитие просвещения и формирование естественнонаучных и технических представлений в стране, т.к. в учебном пособии отмечается лишь тесная взаимосвязь экономики, политики и культуры.

#### **5. *Наука и техника во второй половине XVII – первой половине XVIII вв.***

Проследим процесс зарождения капиталистических отношений на примере Англии, которая за период с 1540 по 1640 гг. превратилась из отсталой страны в развитую торговую и промышленную державу в Европе. Вместе с тем, сохранялись противоречия между существовавшим политическим строем и новыми формами промышленного производства, настоятельно требовавшими развития передовых технологий. Перешагнув за рамки феодализма, страна все еще сохраняла средневековую основу. Причиной тому было предоставление монополий на изготовление или продажу отдельных товаров. Местные поборы и налоги сдерживали развитие торговли, свободный рост которой был важен для наиболее полного использования возможностей новых способов производства. Политическое влияние ремесленных гильдий вместе с феодальным законодательством ограничивали развитие свободного рынка товаров и рабочей силы. Сосредоточение в руках землевладельцев богатства и власти затрудняло приобретение капитала для новых операций.

В ходе революции 1640 г. в Англии политическая власть перешла в руки капиталистов и буржуазии в союзе с более прогрессивной частью аристократии. Капиталисты, захватившие политическую власть в XVII в., принадлежали к классу купцов и банкиров. Владельцы промышленных мануфактур продолжали бороться за власть в XVIII - XIX вв., пока не обрели силу, необходимую им для содействия развитию крупной промышленности. Вступив на промышленный путь развития на век ранее, чем другие страны, Англия не встречала конкуренции со стороны соседей.

Следует уяснить, в чем предпочтение капиталистической системы хозяйствования перед феодальным производством, а капиталиста – перед феодалом. Капитализм обеспечивал лучшие экономические возможности для накопления капитала, необходимого для использования крупных машин и создания рынка наемной рабочей силы, обслуживающей такие машины. Своим рынком, свободной конкуренцией он обеспечивал расширение торговли, чтобы сделать прибыльным крупномасштабное производство. Свободная конкуренция разоряла владельцев малоэффективных предприятий, обеспечивая таким путем дополнительные преимущества за передовой технологией производства. В феодальном обществе правящие классы не имели почти никакой связи с производством. В хозяйственной жизни они выступали в роли потребителей, забиравших долю и не интересовавшихся тем, как этот продукт производится. Капиталист непосредственно не создавал продукцию, но полностью отвечал за организацию производства и управление предприятием. Он был заинтересован в изобретениях и совершенствовании технологии производства, т.к. его благосостояние находится в прямой зависимости от производительности фабрики или рудника. Одаренный и предприимчивый рабочий мог вырасти до промышленного магната, аристократ – стать владельцем рудника, а старорежимный мастер-кустарь старался превратить свою мастерскую в фабрику. Капитализм изменил характер деления общества и устранил причины, задержавшие развитие промышленных сил.

На примере той же Англии мы видим, какой огромный шаг по пути использования технических изобретений в промышленности она сделала, начиная с середины XVI в. Так, в 1540-1600 гг. в Англию были завезены из-за границы первые предприятия по производству бумаги, ружейного пороха, артиллерийского оружия, квасцов, железного купороса и сахара-рафинада. Среднегодовая добыча угля, составившая в 1551-1560 гг. 210000 т, возросла в 1681-1690 гг. до 2982000 т. В техническом отношении новые английские суда превосходили корабли традиционных морских держав.

Необходимо запомнить, что для европейской науки XVII в. характерна взаимосвязь логического обоснования и математического описания теоретического знания, его экспериментальной проверки, а также создания социальной структуры с сетью научных коммуникаций и общественным применением. В основу исследований легли формирование новой научной парадигмы Г. Галилеем, формирование теоретико-методологических основ новой науки Р. Декартом, полное завершение новой научной парадигмы и начало классической науки Ньютоном.

Обратите внимание на то, что в познавательной модели нового времени мир стал ассоциироваться с природой. При этом религиозность не исчезла, но она обратила свой взгляд на природу как наиболее адекватное, не замутненное последующими толкованиями высказывание бога. Разработка общезначимой процедуры «вопрошания» - эксперимента и создания специального научного языка диалога с природой составляет главное содержание научной революции.

В содержательном плане научная революция XVII в. знаменовала собой смену картин мира. Главной предметной областью была физика и астрономия. «Старый» космос – это мир «по Аристотелю и Птолемею»: он имеет шаровидную форму, вечен и неподвижен; за его пределами нет ни времени, ни пространства; в центре его – Земля. «Новый» Космос, по Копернику, начинался с простой модели, совпадавшей с моделью А. Самосского: вращение Земли вокруг оси; центральное положение Солнца внутри планетной системы; Земля – планета, вокруг которой вращается Луна.

В создание новой картины мира большой вклад внесен Дж. Бруно. Новизна идеи «множественности миров» заключалась в «перемещении» множественности внутрь «нашего» Космоса. Новая модель мира основывалась на законах движения планет Кеплера. В соответствии с ними каждая планета движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце; каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца; квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы

больших полуосей их орбит. Запомните, что Кеплеровский закон площадей – это первое математическое описание планетарных движений, исключившее принцип равномерного движения по окружности как первооснову, а «мгновенный» метод описания Кеплера стал методом дифференциального исчисления, оформленного Г. Лейбницем и И. Ньютоном. У Г. Галилея связь космологии с наукой о движении приобрела осознанный характер, что и стало основой создания научной механики. В основе «теории» Галилея четыре простые аксиомы. Они сводятся к тому, что свободное движение по горизонтальной плоскости происходит с постоянной по величине и направлению скоростью; свободно падающее тело движется с постоянным ускорением; тело, скользящее без трения по наклонной плоскости, движется с постоянным ускорением, равным произведению ускорения свободного падения на синус угла наклонной плоскости; принцип относительности Галилея и полет снарядов, траектория движения которых описывается уравнением параболы («преобразования Галилея»).

Первыми «концептуалистами» нового времени принято считать Ф. Бэкона и Р. Декарта. Ф. Бэкону принадлежит провозглашение главенства метода индукции, примата эмпиризма на пути развития практической и экспериментальной науки. В отличие от Ф. Бэкона Р. Декарт ищет обоснование знания не столько в сфере его практической реализации, сколько в сфере самого знания. Р. Декарт провозгласил примат математического описания мира.

Отличительная черта взглядов Р. Декарта – синкретичность его механики (и оптики) с философией. Они сводятся к тому, что в мире отсутствует пустота, Вселенная наполнена материей (и вся она в непрерывном движении); материя и пространство суть одно; не существует абсолютной системы отсчета, а, следовательно, и абсолютного движения.

Главными положениями И. Ньютона стали понятия движущей силы, инерции, соотношения гравитационной и инертной масс.

Следует отметить, что отличительными чертами научной революции XVII в. являются новая структура знания, новые методы его обоснования, развитая математическая форма его описания. Одновременно возникает и социальная структура науки. Научные методы начинают проникать в гуманитарные знания и сферу социального управления. В XVII в. наука становится автономной и как социальная система. М. Монтель, Б. Спиноза, Т. Гоббс, Дж. Локк разрабатывали концепции гражданского общества, общественного договора, обеспечения прав личности. Научное мышление позволяло выдвигать и обосновывать механизмы их реализации.

Таким образом, у современной науки в XVII в. два основоположника: Ф. Бэкон установил канон эмпирического исследования, описал методы систематизации и иерархизации эмпирических знаний о явлениях посредством разработанной им процедуры эмпирической индукции. Эти приемы в той или иной степени используются и сегодня при работе с первичным эмпирическим материалом и отвечают распространенным представлениям о развитии науки. Г. Галилей основал современную теоретическую и экспериментальную физику.

#### 6. Основные направления развития науки и техники в России в XVIII в.

В области естественнонаучных знаний следует понять, когда математика сумела отойти от утилитарной роли решения коммерческих и налоговых задач купцами и приказными чиновниками и вышла на уровень государственной важности. Запомните фамилии наших соотечественников Л. Магницкого, Я. Брюса, А. Фарварсона, реализовавших накопительный потенциал в этой области знаний.

В числе иностранных ученых, занимавшихся теоретическими изысканиями в математике и механике, следует назвать Л. Эйлера, Я. Германа, Д. и Н. Бернулли. Наиболее колоритной фигурой предстает Л. Эйлер. Следует представлять круг проблем, над которыми работал ученый. Это – интегральное, дифференциальное и вариационное

исчисления; механика точки, твердого тела, жидкостей. При примере Л. Эйлера, прожившего в России большую часть своей жизни, хоть и со значительным перерывом, можно увидеть, как менялось отношение к науке после Петра I – от теоретизирования – к проектированию математического аппарата на конкретное производство (картографирование).

В XVIII в. значительных успехов достигла практическая астрономия, непосредственно связанная с запросами географии и картографии.

На примере физики XVIII в. можно изучить различные подходы зарубежных и российских ученых к исследованию. Труды петербургских академиков положили начало новому периоду истории физики, который характеризовался сближением между физикой «близкодействия» и математической физикой (Л. Эйлер), между физикой «близкодействия» и атомистикой (М. Ломоносов). Отличительной особенностью российских ученых было стремление объяснить все физические явления на основе единой теории, исходя из понятия о непрерывной движущейся материи, без привлечения распространенных в то время гипотез о «невесомых».

Куда весомее оказались достижения российских исследователей в области химии. Так, М. Ломоносов заложил основы физической химии, атомно-молекулярного учения, молекулярно-кинетической теории теплоты. Отечественные ученые второй половины XVIII в. своими открытиями содействовали развитию неорганической, физической, аналитической и органической химии.

Достижения геологической и географической науки способствовали обобщениям в биологии, касающимся изменчивости живых существ их зависимости от географической среды. Если в первой половине XVIII в. в биологии шел процесс первоначального изучения и описания флоры и фауны, а М. Ломоносовым были заложены научные основы успешного формирования биологических наук, то во второй половине века российские врачи и натуралисты-биологи развили материалистические научные традиции.

Таким образом, в XVIII в. в России была предпринята попытка создания единой научной картины мира, основанной на атомистических представлениях о веществе, на принципе сохранения вещества и движения и на признании изменчивости Земли и всей Вселенной; разработкой математического аппарата механики и физики; накоплением геологических, географических и биологических сведений путем систематического и непосредственного наблюдения природных явлений; всесторонним развитием эксперимента, в том числе, количественного.

Область гуманитарного знания, наиболее традиционного, консервативного и распространенного на Руси, нашла поддержку в лице Е. Дашковой, которая создала Российскую Академию наук для изучения проблем русского языка и литературы, тем самым, способствуя росту национального самосознания в стране.

Рассмотрен процесс развития естественнонаучных, зарождения и складывания инженерных традиций в российском высшем техническом образовании XIX – начала XX вв. Развитие гуманитарных традиций показано путем изучения механизма реализации принципов его преемственности, доступности, гуманного характера воспитания и сбалансированной профессиональной подготовки специалистов.

Наиболее традиционная сторона исследования – технические знания и область их применения. Давние традиции русских в овладении ремеслами в XVIII в. получили преимущественную разработку в области механики. Изучите по учебному пособию материал о А. Нартове, главным изобретением которого стал механизированный суппорт токарного станка. В области артиллерийской техники А. Нартов изобрел скорострельную батарею, подъемный винт для регулировки угла возвышения.

Обратите внимание на способности А. Нартова в менеджменте: объезжал европейские государства для ознакомления с новинками иностранной техники и приобретения достойных внимания машин; в 1742 г. стал руководить всеми мастерскими,

объединенными в «Экспериментальную лабораторию механических, инструментальных и прочих мастеров».

Технические знания получили широкое развитие во второй половине XVIII в. в связи с ростом промышленности и были направлены на обеспечение новых горных заводов на Урале и Алтае источниками энергии. Судьбы инженеров-самоучек К. Фролова, И. Ползунова; изобретателя И. Кулибина, известного работами в области прикладной механики лишь подтверждают сложившиеся ранее традиции постижения практическим путем.

Следует остановиться на роли российского общества в приобщении к различным знаниям. Это, прежде всего, общества, объединившие сравнительно большие группы людей, систематически занимавшиеся естественнонаучными исследованиями и наблюдениями физико-химического, геологического или биологического характера. Новые научные центры были тесно связаны с русской жизнью на периферии 1) по характеру своей деятельности; 2) являлись центрами общественного движения; 3) не были связаны с научными учреждениями запада.

Наконец, к концу XVIII в. с развитием всероссийского рынка и товарно-денежных отношений к техническим знаниям обратилась наиболее прогрессивная часть дворянства. Она стала обращать особое внимание на повышение сельскохозяйственной техники в своих поместьях, на организацию заводов для переработки продуктов. Облегчить эту задачу должно было организованное в 1765 г. в Петербурге первое Вольное экономическое общество. Позднее во многих городах начали работать его отделения или самостоятельные общества под тем же названием.

## 7. Техника эпохи промышленного переворота (1760-1870гг.)

«Промышленная революция» - этап радикальных изобретений и инноваций в энергетике и «рабочих машинах», приведших к установлению нового технологического базиса производства.

Изучение темы следует начать с оценки роли Французской революции 1789 г., которая смела все помехи на пути технического прогресса, которое воздвигало государство абсолютного феодализма, гораздо быстрее и сокрушительнее, чем это сделала революция 1640-х гг. в Англии. В начале XVIII в. промышленная революция приобрела во Франции более решительные формы благодаря сознательному содействию изобретательству и стремлению к повышению уровня индустриализации. С целью поощрения технического прогресса учреждались специальные государственные комиссии. Так, общество содействия национальной промышленности предоставляло изобретателям ссуды, учреждало премии за важные изобретения, критически оценивало их с точки зрения технического совершенства, а также экономического и социального значения. Создавались новые учебные заведения для распространения научных и технических знаний. После получения независимости в 1783 г. США встали на путь индустриализации. Уже через несколько лет они играли ведущую роль в пароходстве. Политические лидеры страны проявляли к техническому развитию производства значительный интерес. Т. Джефферсон занимался массовым производством и пользовался математическими расчетами при разработке наилучшей формы плужного отвала. Д. Вашингтон проводил опыты по механизации посевных работ.

Целесообразно привести примеры того, как к началу XIX в. машинная техника проникла во все отрасли производства. В середине XVIII в. были изобретены прядильная машина («Дженни») Дж. Харгривса (1768); ветер-машина Р. Аркрайта (1769); мюль-машина С. Кромптона (1779); механический ткацкий станок Э. Каррайта (1785).

Резкая концентрация производства, развитие железообрабатывающей и химической промышленности на фоне острой нехватки древесины интенсифицировали рост добычи

каменного угля, что стимулировало появление новых направлений в горном деле и на транспорте. Это привело к широкому применению чугуна.

Процесс создания парового двигателя шел в направлении от пароатмосферных устройств без движущихся частей Де-Ко и Т. Сэвери через нереализованную конструкцию Д. Папена к первой практической доходной машине Т. Ньюкомена, а от нее - к универсальной паровой машине двойного действия Дж. Уатта. Создание паровой машины Дж. Уатта ознаменовало радикальный переворот в технологиях XVIII – XIX вв.: свободное размещение паровых машин, возможность значительного увеличения мощности и использования автономного двигателя на транспорте, в производственных процессах и т.д.

Материальные блага, поступавшие в распоряжение человечества, значительно возросли, при этом они поступали более равномерно. Фабричный рабочий отказался от тактики уничтожения машин, однако он страдал от неравномерности распределения жизненных благ, сосредоточения фабрики орудий производства и машин в руках небольшой кучки предпринимателей. В результате рабочие находили защиту на путях тред-юнионизма и в ходе политической борьбы. В период с 1802 по 1847 гг. были приняты фабричные законы, направленные на общий подъем жизненного уровня и улучшение условий труда населения.

С возникновением капиталистической системы началась эпоха технического прогресса. Внедрение изобретений способствовало повышению производительности труда, благодаря которым человек отвоевывал у природы средства к своему существованию.

#### Литература:

1. В.Н. Тарасова. История науки и техники: учебное пособие Часть 1.– М: Издательство: МИИТ, 2004 .– 176 с.
2. В.Н. Тарасова. История науки и техники: учебное пособие Часть 2.– М: Издательство: МИИТ, 2004 .– 150 с.
3. В.Н. Тарасова. История науки и техники: учебное пособие Часть 3.– М: Издательство: МИИТ, 2004 .– 216 с.

## **Раздел 2. «Принципы и методы экспериментального исследования. Научные традиции, открытия, революции. Роль науки в развитии техники Этические нормы науки.»**

### ***1 Структура научного знания. Специфика научной деятельности. Критерии научного знания.***

Цель занятия: Изучить и понять структуризацию современной науки по группам, отраслям и отдельным дисциплинам и по ее связи с производством

Основные этапы:

1. Внимательно рассмотрите и изучите диаграмму структуры науки рис.1.1 Приложение 1. Одновременно запомните международные названия приведенных на диаграмме наименований научных разделов и дисциплин. Уясните, что существует три основных группы наук: естественные, общественные и технические. Каждая группа наук делится на отрасли, например, физика, химия, биология и другие.
2. Обратите внимание, что одновременно наука структурирована по ее связи с производством, как это показано в Приложении 1 на диаграмме рис.1.2.
3. Рассмотренное структурирование науки сложилось за многовековую историю развития человечества, то есть это развитие имеет значительную длительность и историческую протяженность. В связи с этим постарайтесь продумать и дать ответ на вопрос – когда возникла наука?
4. От момента формирования науки как социального института, что ознаменовалось образованием в 1662 году Лондонского королевского общества, а в 1666 году – Парижской

академии наук, до начала XIX века, до основания Берлинского университета наука была свободной деятельностью отдельных ученых и никак специально не финансировалась. В связи с этим ответьте на вопросы: как появилось понятие научный работник, как наука стала профессиональной. При ответе на вопросы обратитесь к трудам

5. Покажите, что научное познание это динамический процесс и развивающаяся система знаний. Раскройте особенности научного познания и критерии научного знания.

## **2 Методы и средства научного познания. Этические нормы науки.**

Цель занятия: Изучить методы и средства научного познания, понять важность и роль эксперимента в познании мира. Разобраться в сложностях норм этического поведения ученого, осознать роль научной этики.

Основные этапы:

1. Дайте развернутое описание трех, связанных друг с другом, но отличающихся, уровней научного знания (Приложение 1, рис.1.3).
2. Раскройте методы и средства эмпирического уровня: сравнение, измерение, наблюдение, эксперимент, анализ, индукция
3. Раскройте методы и средства теоретического уровня: абстрагирование, идеализация, синтез, дедукция, восхождение от абстрактного к конкретному.
4. Опишите третий уровень научного знания – уровень философских предпосылок, философских оснований.
5. Раскройте специализацию профессиональных ученых в соответствии со структурой научного познания – так называемые теоретики и экспериментаторы.
6. Основные методы эмпирического знания – наблюдение и эксперимент. Способы теоретического мышления – мысленный эксперимент и математический эксперимент. Раскройте принципы экспериментального исследования. Принципиальная роль эксперимента и как источника знания, и как критерия истинности.
7. История научной этики начинается еще с древних времен: «Платон мне друг, но истина дороже» (Аристотель). Перечислите идеалы современной науки. Соавторы научной статьи, правила, разработанные в Гарвардском Университете. Научная этика, как совокупность моральных принципов, принципы американского социолога двадцатого века Роберта Мертсона, сохранение «доброе имени». Анонимное рецензирование научных статей, проектов и отчетов.
8. Германский опыт – институт омбудсменов, следящих за соблюдением этических норм в области научных исследований. Введение во всех вузах Германии обязательной двухчасовой лекции по основам научной этики. Обязательный двухнедельный курс по научной этике в США для аспирантов.

Наука – это деятельность по выработке знаний об объективной реальности и их систематизация и это важнейшая функция науки. Это и деятельность по получению нового знания, и результат этой деятельности в виде суммы знаний, составляющих основу научной картины мира.

Цель науки – описание, объяснение и предсказание действительности, всех процессов и явлений, они – предмет науки, предмет ее изучения. Эта цель реализуется на основе открываемых наукой законов, научных законов.

Условное деление науки по предмету и методу познания показано схемой:

Группы наук (естественные, общественные и технические) делятся на отрасли (физика, химия, биология и другие), а отрасли – на отдельные дисциплины (физическая химия, физика плазмы, радиофизика, химическая физика, биофизика и т. п.).

**По связи с производством** науки делят на два крупных типа:

Рассмотренное структурирование науки сложилось за многовековую историю развития человечества и значительная длительность и историческая протяженность этого развития послужили основой для неоднозначности ответа на вопрос – когда возникла наука?

Можно считать, что естествознание возникло в каменном веке, когда человек стал накапливать и передавать другим знания о мире. Естествознание имеет дело с манипуляциями и преобразованиями материи, поэтому главный поток науки вытекает из практических, технических приемов первобытного человека – так считал английский физик и общественный деятель Джон Бернал (1901 – 1971). Значительная часть его работ – о проблеме происхождения жизни и роли и месту науки в обществе. Его книга «Социальная функция науки» (1939) положила начало новой области – науке о науке, или науковедению.

Но если науку трактовать как знание с его обоснованием, то справедливо считать, что наука возникла в 5 веке до новой эры в Греции, так как только греки начали доказывать теоремы, хотя большой объем знаний был накоплен до греков в Древнем Египте и Вавилоне.

Большинство историков считает, что в привычном нам смысле естествознание появилось в 16-17 веках вместе с работами Иоганна Кеплера, Христиана Гюйгенса, Галилео Галилея и в особенности Исаака Ньютона – то есть вместе с рождением физики и обслуживающего ее математического аппарата.

Одновременно наука формируется в особый социальный институт – в 1662 году возникло Лондонское королевское общество, а в 1666 году – Парижская академия наук.

Все это время наука была свободной деятельностью отдельных ученых и никак специально не финансировалась. Обычно оплачивался преподавательский труд ученого в университетах. Но в 19 веке по инициативе крупных ученых Германии, прежде всего философа Иоганна Фихте и теолога Фридриха Шлейермахера, 16 августа 1809 года был основан Берлинский университет. Под влиянием идей Шлейермахера дипломат и языковед Вильгельм фон Гумбольдт разработал концепцию университета. Его целью было введение новой системы образования. Основным постулатом его концепции была тесная связь обучения и исследовательской работы. Появилось понятие научный работник, наука стала профессиональной, чем и завершилось ее становление как современной науки. В настоящее время в мире около 5 млн. человек профессионально занимаются наукой. Наука стала производительной силой, объем научной деятельности в виде открытий, научной информации, числа научных сотрудников начиная с 17 века возрастает вдвое каждые 15 лет.

Особенности научного познания:

1. Главная цель – установление законов объективной реальности, существующей независимо от нас и от наших знаний о ней. Это законы природы, общества и законов самого процесса познания.



2. Высшая ценность – объективная истина. Наука и истина не тождественны. Истинное знание может быть и ненаучным, что не предполагает негативную оценку. Оно может быть получено в обыденной жизни. Научная деятельность специфична, и научное обоснование не всегда и не везде возможно и уместно. История показала, что науки и научное знание не всегда истинны. Часто понятие «научный» применяется в ситуациях, не гарантирующих получение истинных знаний. Любое теоретическое утверждение всегда имеет шанс быть опровергнутым в будущем, а в результате ошибок в постановке эксперимента получают неверные экспериментальные результаты и выводы.
3. Это сложный, противоречивый процесс воспроизводства знаний. Важный показатель научности – процесс непрерывного самообновления наукой своих концепций, понятий, теорий, гипотез, законов, система которых в едином целом и представляет знание.
4. Научные знания должны иметь строгую доказательность, полученные результаты – обоснованы, выводы – достоверны.  
Особенности научного познания формируют потребность в установлении критериев, согласно которым знания могут быть признаны научными.

Критерии научного знания:

1. Системность – органическое единство. Знание должно быть подвергнуто специфичной научной систематизации со следующими чертами:

а) стремление к полноте – ученый всеми силами стараться получить наиболее полную картину об изучаемом предмете, охватить все детали, нюансы, подробности;

б) непротиворечивость – собранные детали, нюансы, подробности не должны противоречить друг другу и истинной сущности изучаемого предмета;

в) четкие основания систематизации – ясное, недвусмысленное толкование правил и принципов систематизации фактов, законов, теорий.

2. Обоснованность и доказательность знания, с чем, собственно, и связано само возникновение науки. Для обоснования эмпирического, экспериментального знания применяются многократные проверки – повторение эксперимента в неизменных условиях. В силу случайных ошибок результаты будут отличаться. Затем следует статистическая обработка результатов многократных экспериментов и т. п. При обосновании теорий и теоретических моделей проверяют их непротиворечивость, соответствие данным эксперимента, возможность описывать и предсказывать явления.

Научное знание включает три, связанных друг с другом, но отличающихся, уровня:

Все, что доступно живому наблюдению, в том числе посредством инструментов, приборов, измерительных средств, то есть со стороны внешних проявлений объекта, изучается на эмпирическом уровне. Здесь происходит сбор фактов, первичное обобщение, описание данных, систематизация и классификация. При этом используются следующие методы и средства:

- 1) *сравнение* – познавательская операция, позволяющая судить о сходстве или различии объектов, выявляющая качественные и количественные характеристики предметов;
- 2) *измерение* – определение отношения измеряемой величины к другой однородной величине, принятой за единицу, хранящуюся в техническом средстве измерений;
- 3) *наблюдение* – целенаправленное и организованное восприятие, регистрация и описание фактов и данных об изучаемом объекте;
- 4) *эксперимент* – (от лат. *experimentum* – проба) исследование в управляемых условиях.
- 5) *анализ* – (от древнегреческого «разложение», «расчленение») операция мысленного или реального расчленения целого на составные части;
- 6) *индукция* – движение мысли от частного к общему.

Что касается теоретического уровня, то важно, что опыт никогда не делается вслепую, в этом нет никакого смысла – он планируется в соответствии с теорией от первоначального плана до последних деталей в экспериментальной лаборатории. Главная задача теоретического познания – достижение объективной истины во всей ее конкретности и полноте содержания. В какой степени это удастся – зависит от верности теории, от степени ее упрощений и приближений к реальности. При этом широко используются следующие познавательные приемы и средства:

- 1) *абстрагирование* – мысленное выделение из конкретного множества некоторых элементов и отвлечение их от прочих элементов,
- 2) *идеализация* – создание чисто мысленных объектов («точка», «идеальный газ» и др.),
- 3) *синтез* – объединение результатов анализа в систему,
- 4) *дедукция* – движение познания от общего к частному,
- 5) *восхождение* от абстрактного к конкретному и др.

На основе теоретического объяснения и открытых законов научно предсказывается будущее. Если исходные абстракции верны, то и следствия из них будут верны.

Теоретический уровень делится на две части:

- 1) фундаментальные теории, работающие с абстрактными идеальными объектами,
- 2) теории, описывающие конкретную область реальности на базе фундаментальных теорий.

Эмпирический и теоретический уровни взаимосвязаны, граница между ними условна и подвижна. Эмпирическое переходит в теоретическое в определенных точках развития науки. При этом отдавать приоритет какому-либо одному уровню недопустимо – такой перекокс неизбежно приведет к перекоксу и искажению познания.

Третий уровень структуры научного познания – уровень философских предпосылок, философских оснований. Содержит общие представления о действительности и процессе познания и определяет философские основания науки, которые часто могут быть спорными.

Примером может служить острая дискуссия отца теории относительности Альберта Эйнштейна и создателя первой квантовой теории атома Нильса Бора.

А. Эйнштейн считал, что квантовая механика неполна, так как ее предсказания носят вероятностный характер, а действительность всецело детерминирована. Его противник Н. Бор наоборот утверждал полноту квантовой механики, которая отражает принципиально неустранимую вероятность, характерную для микромира.

Вместе с тем имеется много теорий, не вызывающих полемики по поводу их философских оснований, так как они основаны на общепринятых философских представлениях.

В современной науке давно сложилась специализация профессиональных ученых в соответствии со структурой научного познания – это так называемые теоретики и экспериментаторы. Инструментарий первых – это бумага и карандаш, языки программирования высокого уровня (Fortran, Algol, Pascal), навык работы с ЭВМ, персональный компьютер, начиная со второй половины 80-х годов прошлого века. Вторые, экспериментаторы, проводят рабочее время в экспериментальных лабораториях, среди измерительных приборов, собранных на их основе экспериментальных установок: вакуумных, нагревательных, охлаждающих, рентгеновских, измерительных и многих других, соответствующих разнообразию объектов и методов их исследования. Ну и, конечно, и те и другие используют книги – физико-математические справочники, таблицы, монографии и обширные информационные ресурсы интернет, начиная со второй половины 90-х годов прошлого века.

Склонность к теоретизированию, хорошее знание высшего уровня теории отраслей наук (математики, физики, химии и других), входящих в три группы наук (рис.1.1) встречаются реже, чем влечение к экспериментальной деятельности, соответственно теоретиков встречается меньше, чем экспериментаторов. Но труд экспериментатора физически более тяжел, требует специфических знаний о технике и методах эксперимента,

знания и навыков обработки экспериментальных данных на основе теории ошибок, соответственно – хорошего владения компьютером и разнообразными прикладными программами.

Основными методами получения эмпирического знания являются *наблюдение* и *эксперимент*. При *наблюдении* главное – не вносить самим процессом наблюдения какие-либо изменения в изучаемую реальность. Наоборот, в *эксперименте* изучаемое явление ставится в особые условия. Английский философ, историк, политический деятель, основоположник эмпиризма Френсис Бэкон, автор знаменитого афоризма «Знание – сила» («*Knowledge itself is power*», «*Знание само по себе – сила*») утверждал: «природа вещей лучше обнаруживает себя в состоянии искусственной стесненности, чем в естественной свободе».

Очень важно понимать, что эмпирическое исследование не начинается без определенной теоретической установки.

Также как задачи эмпирии не сводятся к сбору фактического материала, – ученый должен организовать факты, – так и научные теории не появляются как прямое обобщение собранных эмпирических фактов. Нет такого логического пути, который мог бы привести от наблюдений к основным принципам теории. Теории – продукт сложного взаимодействия теоретического мышления и эмпирии в ходе решения чисто теоретических проблем, в процессе взаимодействия науки и культуры в целом.

При разработке теории применяют различные способы теоретического мышления:

1) *мысленный эксперимент* – здесь теоретик проигрывает возможные варианты поведения разработанных им идеализированных объектов.

2) *математический эксперимент* – современная разновидность мысленного эксперимента, при котором возможные последствия изменения условий в математической модели просчитываются на компьютерах.

Характер движения научного познания, быстрее или медленнее, значительно определяется развитием используемых наукой средств. Например, в астрономии – от подзорной трубы к телескопу, затем к радиотелескопу. В биологии – от оптического микроскопа – к электронному. А использование компьютера вообще революционизировало развитие науки.

Методы и средства, используемые в разных науках, не одинаковы. Эти различия определяются и спецификой предмета исследования и уровнем развития средств в каждой отрасли. Но постоянно происходит взаимопроникновение методов и средств разных наук, что является одним из источников новаций в науке.

### **3. Этические нормы науки**

Вследствие развития науки как социального института и роста ее роли в жизни общества весьма заметной и неотъемлемой стороной научной деятельности становятся ценностные и этические проблемы. Этические нормы регулируют не только применение научных результатов, но и саму научную деятельность. Наличие определенных ценностей и норм, воспроизводящихся от поколения к поколению ученых и являющихся обязательными для человека науки, т. е. определенного этоса науки («этос» – термин античной философии, обозначающий характер какого-либо лица или явления), очень важно для самоорганизации научного сообщества. Отдельные нарушения этических норм науки в общем чреватые большими неприятностями скорее для самого нарушителя, чем для науки в целом. Однако если такие нарушения приобретают массовый характер, под угрозой уже оказывается сама наука.

История научной этики начинается еще с древних времен. Основная идея этики науки была выражена ещё Аристотелем – «Платон мне друг, но истина дороже».

В наше время, когда наука стала производительной силой общества, превратилась в крупный социальный институт и роль ее в обществе стала весьма значительной, вопросы научной этики стали соответственно очень важными.

Идеалы науки выражены в следующих принципах:

- 1) перед лицом истины все исследователи равны;
- 2) никакие прошлые заслуги не учитываются, если речь идёт о научных доказательствах;
- 3) научная честность при изложении результатов исследования – учёный может ошибаться, но не имеет права подтасовывать результаты, он может повторить уже сделанное открытие, но не имеет права заниматься плагиатом;

При опубликовании научных результатов в статьях и монографиях обязательным условием являются ссылки на работы других авторов, чтобы зафиксировать авторство тех или иных идей и научных текстов, и обеспечивать чёткое разделение уже известного в науке и новых результатов. Что касается соавторов научной статьи, разработаны правила, каким условиям они должны отвечать. Общеизвестны правила, разработанные в Гарвардском Университете:

«Каждый, кто перечислен в качестве автора, должен внести существенный прямой интеллектуальный вклад в работу. Например, должен внести вклад в концепцию, дизайн и/или интерпретацию результатов. «Почетное» соавторство запрещено. Предоставление финансирования, технической поддержки, пациентов или материалов, как бы это ни было важно для работы, само по себе не является достаточным вкладом в работу для того, чтобы стать соавтором. Каждый, кто внес существенный вклад в работу, должен быть соавтором. Каждый, кто внес менее значительный вклад в работу должен быть перечислен в списке людей, которым выносятся благодарности в конце статьи.»

Научная этика – это не только административные правила, но и совокупность моральных принципов, которые обеспечивают функционирование науки.

Один из самых известных американских социологов двадцатого века Роберт Мертон в своих работах по социологии науки создал четыре моральных принципа:

*Коллективизм* – результаты исследования должны быть открыты для научного сообщества.

*Универсализм* – оценка любой научной идеи или гипотезы должна зависеть только от её содержания и соответствия техническим стандартам научной деятельности, а не от социальных характеристик её автора, например, его статуса.

*Бескорыстность* – при опубликовании научных результатов исследователь не должен стремиться к получению какой-то личной выгоды, кроме удовлетворения от решения проблемы.

*Организованный скептицизм* – исследователи должны критично относиться как к собственным идеям, так и к идеям, выдвигающимся их коллегами.

Особая роль отводится также сохранению «добра имени», а не только известности, популярности в широкой публике. Однако в XX веке ситуация несколько изменилась – менее строгие требования, наука кое-где стала более «богатой», коммерциализованной, когда основной целью является гонка за финансированием. Снижение «качества знания» при нарушении этики науки ведёт к макулатурной науке, идеологизации науки, к чрезмерной коммерциализации науки.

В различных научных сообществах может устанавливаться различная жесткость санкций за нарушение этических принципов науки. Одним из рычагов контроля за выполнением научной этики является анонимное рецензирование научных статей, проектов и отчетов.

В Германии существует институт омбудсменов особого рода, задача которых – следить за соблюдением этических норм в области научных исследований. Эта инстанция учреждена не только в отдельных университетах и исследовательских центрах, но и при Немецком научно-исследовательском сообществе (Deutsche Forschungsgemeinschaft - DFG). Они планируют введение во всех вузах Германии обязательной для студентов двухчасовой лекции, посвященной изложению основ научной этики. А для аспирантов это должен быть двухнедельный курс: в США такой курс уже давно стал нормой.

### Раздел 3. «Основные векторы творческой деятельности человека, их взаимосвязи, взаимодополнения и взаимообогащения».

#### 1. Производство и потребление

**Производство** - это процесс воздействия на природу в целях создания материальных благ и услуг, необходимых для развития общества.

Различают два уровня производства. *Индивидуальное производство* - деятельность в масштабах основной производственной единицы (фирмы). *Общественное производство* - вся система производственных связей между предприятиями, включая производственную инфраструктуру, то есть отрасли и предприятия, самостоятельно производящие, но обеспечивающие их технологическое движение (транспорт, связь, складские помещения и т.д.).

В процессе производства создаются продукты двух типов: средства производства и предметы потребления. *Средства производства* - продукты производства, предназначенные для производственного использования. Они, в свою очередь, делятся на *средства и предметы труда*. К средствам труда относят все те продукты, которые обеспечивают воздействие человека на предметы труда и используются в производстве многократно, постоянно (земля, продуктивный скот, здания и сооружения, машины, оборудование и др.). *Предметы потребления* - продукты производства, предназначенные для удовлетворения личных конечных потребностей людей (продукты питания, одежда, обувь, жилье, товары культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода).

Производство является исходным пунктом создания материальных и нематериальных благ и главным источником удовлетворения нужд людей. Оно находится между желаниями людей и их исполнением, создает поле для потребления. **Потребление** - это процесс удовлетворения потребностей людей, состоящий в использовании продуктов производства по их назначению.

Если производство рассматривать как непрерывно возобновляющийся процесс, который включает в себя распределение, обмен и потребление произведенных благ и услуг, то это - **воспроизводство**. Таким образом, возникают еще две особые, связывающие производство и потребление фазы: фаза распределения результатов производства и фаза обмена этими результатами. **Распределение** включает распределение не только результатов общественного производства, но и ресурсов. **Обмен** - это процесс заинтересованного сопоставления затрат труда, воплощенного в товаре. Он способствует перемещению в пространстве благ таким образом, что полнее удовлетворяются человеческие потребности. Распределение и обмен не просто опосредуют связь между производством и потреблением, они выводят продукт на рынок. В известном смысле эффективное производство вообще невозможно без "первичности" обмена и распределения.

2. Наука – это деятельность по выработке знаний об объективной реальности и их систематизация и это важнейшая функция науки. Это и деятельность по получению нового знания, и результат этой деятельности в виде суммы знаний, составляющих основу научной картины мира.

Цель науки – описание, объяснение и предсказание действительности, всех процессов и явлений, они – предмет науки, предмет ее изучения. Эта цель реализуется на основе открываемых наукой законов, научных законов.

3. Уровень развития инноваций и науки стал одним из основных факторов, оказывающих огромное влияние на социальное и экономическое развитие стран мира, их место в системе мирового хозяйства. Расчеты исследователей показывают, что именно наука и связанные с ней технические инновации стали основой современного благосостояния и высокого жизненного уровня населения. Отличительной чертой информационного общества является стремительное возрастание значения информации для экономического и социального прогресса. В современной теории экономическое развитие описывается как переход экономической системы из одного равновесного состояния в другое, и источником такого перехода является, по словам Й.Шумпетера, «возникновение новых вещей», или инноваций. Инновации представляют собой новые либо усовершенствованные технологические процессы, используемые в практической деятельности, новые подходы к социальным услугам. Статистика же изучает количественные параметры явлений и процессов в сфере науки и инноваций в единстве с их качественной природой. Главной задачей статистики науки и инноваций является удовлетворение потребностей общества в достоверной и надежной статистической информации о величине, структуре и динамике ресурсов и результатов научной и инновационной деятельности, их влиянии на социально-экономическое развитие страны

Для характеристики развития науки и инноваций в отечественной и зарубежной экономической литературе, практике научно-технической политики широко применяется понятие научного и инновационного потенциала. Появление данного понятия связано с необходимостью разработки такой экономической категории, которая бы отображала наиболее общие, существенные свойства, признаки и связи науки и инноваций как вида деятельности, служила бы основой для формирования системы соответствующих показателей и методологии их количественного измерения.

#### Литература

1. И.Г. Дежина, В.В. Киселева. Государство, наука и бизнес в инновационной системе России. М.: ИЭПП.– 2008. – 227 с.
2. Статистика национальной экономики. Учеб. пособие / Чиповская И.С., Беспалова Н.В., Гопкало Е.Ю. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008 - 219 с.

### **Раздел 4. «Научно-технический прогресс и экономика знаний; их роль в современном мире».**

Цель: На примере научно-технического прогресса в области исследования свойств полупроводников и полупроводниковой электроники проследить становление и развитие экономики знаний.

#### Занятие 1.

Изучить сущность экспериментов М.Фарадея, П.С. Мунк аф Розеншельда, А.Э.Беккереля, К.Ф.Брауна и Э.Холла, впервые показавших необычные свойства плохих проводников, явившихся базовыми полупроводниковыми свойствами, лежащими в основе работы всех полупроводниковых приборов.

Основные этапы:

1. Опишите схему и методику экспериментов М.Фарадея, с какими полупроводниками проводилась работа, назовите дату проведенных исследований. Расскажите об основном свойстве материала, которое было исследовано, в чем состояла его необычность. В каких трудах были опубликованы эти исследования. Как используются эти результаты в современных исследованиях (температурная зависимость электропроводности полупроводников).

2. Опишите схему и методику экспериментов П.С.Мунк аф Розеншельда, с какими материалами проводилась работа, назовите дату проведенных исследований. Расскажите об основном свойстве материала, которое было исследовано, в чем состояла его необычность. В каких трудах были опубликованы эти исследования. Почему результаты не оказались востребованы ни в технике, ни в дальнейших научных исследованиях (проводимость измельченных порошков металлов и других веществ, впервые наблюдавшаяся односторонняя проводимость).
3. Опишите схему и методику экспериментов А.Э.Беккереля, с какими полупроводниками проводилась работа, назовите дату проведенных исследований. Расскажите об основном свойстве материала, которое было исследовано, в чем состояла его необычность. В каких трудах были опубликованы эти исследования. Как используются эти результаты в современных исследованиях (фото-эдс, фотовольтаический эффект).
4. Опишите схему и методику экспериментов К.Ф.Брауна, с какими полупроводниками проводилась работа, назовите дату проведенных исследований. Расскажите об основном свойстве материала, которое было исследовано, в чем состояла его необычность. В каких трудах были опубликованы эти исследования. Как используются эти результаты в современных исследованиях (односторонняя проводимость, выпрямляющий эффект, структура типа «кошачий ус»).
5. Опишите схему и методику экспериментов Э.Холла, с какими материалами проводилась работа, назовите дату проведенных исследований. Расскажите о вкладе Роулэнда в открытие эффекта Холла, об основном свойстве материала, которое было исследовано, в чем состояла его необычность. В каких трудах были опубликованы эти исследования. Как используются эти результаты в современных исследованиях (эффект Холла, температурная зависимость постоянной Холла).

## Занятие 2

XIX–XX век, развитие полупроводниковой электроники до окончания второй мировой войны

Цель: глубокое изучение вопросов успешного практического применения непонятых свойств полупроводников в первых конструкциях полупроводниковых приборов и образцов электронной техники.

Основные этапы:

1. Расскажите историю создания, схему и методику экспериментов и опишите конструкции ранних фотоэлектрических приборов из селена. (работы У.Смита и его помощника Мэя, селеновый фото-резистор, работы У.Адамса и его студента Р.Дэя, первый фотоэлемент на основе контакта селена и платины, Ч.Фриттс и его первый солнечный элемент).
2. Опишите первые кристаллические детекторы А.С.Попова и Дж.Ч.Бозе, Данвуди и Пиккарда, из каких материалов они были сделаны.
3. Концепция полупроводникового прибора, управляемого электрическим полем, изобретение Лиленфельда. Устройство и принципы работы кристадина Лосева, из какого полупроводника был изготовлен кристадин?
4. Какую выдающуюся роль сыграла твердотельная электроника во второй мировой войне? (Битва за Англию, радиолокация и высокочастотные детекторы).

## Занятие 3 XX век, транзисторная революция

Цель: изучение вопросов развития физики полупроводников и их влияния на развитие полупроводниковой электроники: изобретение точечного и плоскостного транзистора.

Основные этапы:

1. Основы зонной теории твердых тел в работах Блоха, Бриллюэна, Пайерлса, концепция дырявой проводимости Пайерлса и Френкеля. Теория твердых тел Вильсона. Развитие физики полупроводников отечественными учеными: Тамм, Давыдов, Иоффе.

2. Экспериментальное обнаружение p–n– перехода Ойлом и Лашкаревым, теория контактных явлений Шоттки и Давыдова. Изобретение точечного транзистора Бардиным и Браттейном. «Страстная неделя» Шокли, концепция плоскостного транзистора. Французский точечный транзистор немецких изобретателей Велкера и Матаре.
3. Координационный комитет по экспортному контролю и стратегия «контролируемого технологического отставания». Создание транзистора в СССР, работы Красилова и Мадоян. Создание полупроводниковых институтов – номерных НИИ.
4. Технологический рывок, технологии роста и очистки кристаллов: методы Чохральского и зонной плавки, изобретение метода зонной плавки с плавающей зоной. Переход к кремниевой транзисторной технологии: от BellLabs к Texas Instruments
5. Соглашение Шокли и Бекмана (1955 г.) о создании в Кремниевой долине компании Shockley Semiconductor Laboratory как отделения Beckman Instruments. Первый промышленный полевой транзистор текнетрон (1958 год, Станислав Тешнер, Франция). Современный полевой транзистор на базе структуры металл – окисел – полупроводник (МОП).
6. «Вероломная восьмерка», покинувшая Shockley Semiconductor Laboratory организовала компанию Fairchild Semiconductor Corporation в Пало Альто. Создание мезатранзистора.
7. Освоение промышленного производства транзисторной электронной техники. Слуховые аппараты (Sonotone, Maico), радиоприемники (TR-1 Regency, TR-52 Sony), компьютеры (SEAC, TRADIC, TX-0, ETL Mark III). 1960-1966 г.г. Советские компьютеры 1 и 2 поколения.

Занятие 4 XX век, интегральная революция

Цель: изучение технологических аспектов интегральной революции и их влияния на развитие полупроводниковой электроники: изобретение интегральных схем.

Основные этапы:

1. Создание планарной технологии. Работы Килби и Нойса. Начало промышленного производства интегральной электронной техники: узкоспециализированная аппаратура, космическое приборостроение, компьютеры на ИС. Создание 34–х электронных фирмы в Кремниевой долине. Закон Мура.
2. Развитие советской микроэлектроники в 60-70–е г.г XX века, создание НИИ, научных центров и заводов полупроводниковых приборов.
3. Создание микропроцессоров и микроконтроллеров, микроминиатюризация, скачок в развитии технологии производства интегральных схем.

Занятие №5 XX–XI век, проблемы микроэлектроники на рубеже веков. Нанoeлектроника.

Цель: изучение проблем, связанных с дальнейшей микроминиатюризацией элементов интегральных схем и их влияния на развитие нанoeлектроники.

Основные этапы:

1. Сложные проблемы, связанные с масштабированием элементов транзистора и выходом на субмикронные размеры.
2. Признание Мура в 2008 году, что его «закон» уже перестает действовать из-за атомарных ограничений и влияния скорости света.
3. Возможные конструктивные решения: транзисторы с проницаемой базой, транзисторы на горячих электронах, нанотранзисторы и наносхемы.
4. Принципиально новые идеи создания одноэлектронных транзисторов, работающих по принципу «один обработанный электрон - один бит информации». Новые идеи транзисторостроения, связанные с появлением наноматериалов, в первую очередь углеродных нанотрубок.

Литература



1. П.Н. Дробот. История и методология науки и производства в области электронной техники. Учебное пособие. Научно-образовательный портал ТУСУР. [Электронный ресурс]. – URL: <http://edu.tusur.ru/training/publications/664> . – 2011. – 77 с.

## **Раздел 5. «Модель экономики знаний в виде тесного взаимодействия институтов власти, высокотехнологичного бизнеса и науки («Тройная спираль»»»**

Цель: изучить следующие вопросы, необходимые для понимания проблемы количественного и качественного моделирования закономерностей развития инновационной системы в модели Тройная спираль по аналогии с закономерностями развития спиральной неустойчивости (осцилляторный эффект) в плазме полупроводников.

1. Осцилляторный эффект, открытие Ю.Л. Иванова и С.М. Рывкина.
2. Качественная картина порогового характера и условий возникновения спиральных волн плазмы в полупроводниках.
3. Качественные аспекты жесткого и мягкого режима возбуждения спиральных волн плазмы в полупроводниках.
4. Характер изменения амплитуды спиральной волны плазмы в полупроводниках с ростом надкритичности.
5. Пример направляющей деятельности государства в создании нововведений: атомный проект в Германии, Советском Союзе и в США в 40-х годах XX века.

### 1) Материал к вопросу 1.

Винтовая неустойчивость была экспериментально обнаружена независимо и почти одновременно в полупроводниковом германии Ю.Л.Ивановым и С.М.Рывкиным и в газовом разряде Б.Ленертом в условиях, когда параллельно протекающему току приложено магнитное поле. Результаты этих открытий были опубликованы в 1958 году [1,2].

В работе [3] было показано, что явление, обнаруженное в работе [2], обусловлено неустойчивостью плазмы относительно винтовых волн плотности, позже названной токово-конвективной неустойчивостью [4, 5]. Затем в работе [6] действительно был зафиксирован на фотографии вращающийся светящийся винт газового разряда при магнитном поле выше определенного порогового значения, а авторы работы [7] дали физическую интерпретацию механизма неустойчивости.

По аналогии с работой [3] результаты Ю.Л.Иванова и С.М.Рывкина [1] были объяснены М.Гликсманом [8], а экспериментальное доказательство винтовой волны плотности полупроводниковой плазмы было представлено в работе [9]. В работах зарубежных авторов название токово-конвективная неустойчивость не использовалось, а чаще использовался термин винтовая (screw, helical) неустойчивость [7,8], который прочно закрепился в литературе. С 1991 года статья под таким названием появилась в энциклопедическом словаре [10]. Р.Ларраби и М.Стил попытались экспериментально выяснить физический механизм колебаний Иванова-Рывкина и впервые дали определение «осциллятор» прибору, состоящему из помещенного в продольное магнитное поле полупроводникового образца и сопротивления нагрузки, включенных последовательно с источником электрического питания [11]. Р.Ларраби провел важные экспериментальные исследования о влиянии на условия возбуждения осциллятора качества обработки поверхности образцов, их размеров, времени жизни носителей заряда и некоторых других параметров [12].

Открытия - Ю.Л.Ивановым и С.М.Рывкиным винтовой неустойчивости (ВН) в германии [1] и Дж.Б. Ганном [13] – микроволнового излучения в арсениде галлия – были основными стимулами к исследованию плазменных эффектов в полупроводниках.

## Литература

1. Иванов Ю.Л., Рывкин С.М. Возникновение колебаний тока в образцах германия, помещенных в электрическое и продольное магнитное поле //ЖТФ.–1958.–Т.28.–Вып.4.– С.774-775.
2. Ленерт Б. Процессы диффузии в положительно заряженном цилиндре в продольном магнитном поле // Труды Второй Междунар. конф. по мирному использованию атомной энергии, Женева, 1958.– М.: Атомиздат.– 1959.– Избранные докл. иностр. ученых.–Т.1.– С. 648-651.
3. Kadomtsev B. V., Nedospasov A.V. Instability of the positive column in a magnetic field and the anomalous diffusion effect // J. Nucl. Energy.–1960.– part C : Plasma Physics .– V.1.– P. 230-235.
4. Кадомцев Б.Б. Конвекция плазмы положительного столба в магнитном поле // ЖТФ .– 1961 .– Т.31 .– Вып.11 .– С.1273-1283.
5. Кадомцев Б.Б. Коллективные явления в плазме.– М.: Наука.– 1988.–304 с.
6. Allen T.K., Paulikas G. A., Pyle R.V. Instability of a positive column in a magnetic field // Phys. Rev. Lett. – 1960 .– V.5 .– №9 .– p. 409-411.
7. Hoh F.C., Lehnert B. Screw Instability of a Plasma Column // Phys. Rev. Lett.–1961.–V.7.– №3.–P.75-76.
8. Glicksman M. Instabilities of a Cylindrical Electron-Hole Plasma in a Magnetic Field // Phys. Rev.–1961.–V.124.–№6.–P.1655-1664.
9. Okamoto F., Koike T., Tosima S. Experimental evidence for helical instabilities in a semiconductor plasma // J. Phys. Soc. Japan . – 1962.– V.17.–№ 5 .– P.804-807.
10. Электроника. Энциклопедический словарь.–М. : Советская энциклопедия .– 1991.– С. 58.
11. Larrabee R.D., Steel M.C. Oscillistor - New Type Semiconductor Oscillator // J. Appl. Phys.–1960.– v.31.– №9.– P.1519-1523.
12. Larrabee R.D. Conditions existing at the onset of oscillistor action // J. Appl. Phys.–1963.– V.34.–№4.–P.880-890.
13. Gunn J.B. Microwave oscillation of current in III-V-semiconductor.// Sol.St.Com.–1963.– V.1.– P.88-90.
14. Hartnagel H. Semiconductor plasma instabilities.–London: H. Ed. Books.–1969.–206 p.

## 2) Материал к вопросам 2 – 5.

Применение модели Тройная спираль в количественных оценках инновационных процессов не является очевидным. Сложность моделируемых взаимоотношений в модели ТС затрудняет конкретное применение этой модели для количественных оценок взаимодействий спиральных гармоник университет, бизнес и власть. Поэтому в предыдущей работе [1] показана применимость к анализу модели Тройная спираль метода аналогий, лежащего в основе методологии физической экономики Ларуша [2,3], построенной по образу и подобию точных и естественных наук (в частности, физики) с привлечением математического моделирования. Это современное направление в экономике получило название «физическая экономика». Если в физических средах измерения физических величин чаще всего не вызывают принципиальных затруднений, то измерения в сложных социо-экономических средах характеризуются значительными трудностями. Задачей настоящих исследований является выработка подходов к разработке на основе модели Тройная спираль инструментария, способного измерять и выражать количественно величины, определяющие закономерности развития инновационных процессов в сложном взаимодействии спиральных гармоник университет, бизнес и власть.

Сопоставление и анализ аналогий проводились в работе [1] в отношении модели взаимодействия трех спиральных гармоник университет, бизнес и власть и модели винтовой (спиральной) неустойчивости электронно-дырочной плазмы в полупроводниках,

при которой возникают спиральные волны плотности плазмы  $n_1(r, z, \varphi)$  в виде гармоник с угловым (азимутальным) числом  $m = 1, 2, 3$ :

$$n_1(r, z, \varphi) = f(r, z) \exp(im\varphi + ik_z z - i\omega t), \quad (1)$$

где  $r, z, \varphi$  - цилиндрические координаты;  $k_z$  - составляющая волнового числа вдоль длины образца;  $m$  - угловое (азимутальное) число;  $\omega$  - круговая частота;  $f(r, z) = f_1(r)Z_0(z)$ ,  $Z_0(z)$  - некоторая слабая функция от  $z$ , показывающая, что плотность плазмы постоянна вдоль длины полупроводникового цилиндрического образца,  $f_1(r)$  некоторая функция от радиуса, которая аппроксимируется функцией Бесселя первого порядка  $J_1(\beta_1 r)$ ,  $\beta_1 = (\alpha_1/a)$ ,  $\alpha_1$  - первый ноль  $J_1$ ,  $a$  - радиус цилиндрического образца.

В работе [1] было показано, что в модели Тройной спирали основной спиральной гармоникой, обладающей наиболее низким порогом возбуждения среди всех трех спиралей, является спираль  $U$ -компоненты (university), в которую мы включаем и академическую науку. В силу этого  $U$ -спираль возникает первой на неразработанном инновационном поле и потому роль университетов в модели Тройная спираль является преобладающей.

Модель спиральной неустойчивости представляет собой осциллятор на основе полупроводникового цилиндра или параллелепипеда с инжектирующими торцевыми контактами, один из которых инжектирует дырки, а другой - электроны. В таком режиме двойной инжекции создается электронно-дырочная плазма, в которой, при достижении пороговых условий, разных для различных значений  $m$ , возникают спиральные волны плотности плазмы с угловым числом  $m = 1, 2, 3$ .

В настоящей работе проведен анализ возникновения, развития и стагнации основной спиральной  $U$ -компоненты в модели Тройная спираль по аналогии с развитием основной гармоники  $m = 1$  в модели спиральной неустойчивости, которая обладает наиболее низким порогом возбуждения среди всех гармоник  $m = 1, 2, 3$ . Параметрами аналогий модели спиральной неустойчивости и модели Тройная спираль является ряд понятий, некоторые из них могут быть общими для всех гармоник, но некоторые понятия являются присущими только каждой отдельной гармонике. Для основной  $U$ -спирали это: «инжекция носителей заряда» в модели спиральной неустойчивости - «энергия и труд исследователей» в модели Тройная спираль, «плотность носителей заряда, в том числе в спирали» в модели спиральной неустойчивости - «количество опубликованных научных статей и патентов» в модели Тройная спираль, «сила, нагнетающая носители заряда в спираль» в модели спиральной неустойчивости - «высокая мотивация исследователей» в модели Тройная спираль.

Высокая мотивация исследователей складывается из разнородных материальных и моральных стимулов: заработная плата, будущие доходы от коммерциализации разработок, достижение индивидуальных и коллективных престижных результатов, задачи, поставленные государством и властью.

В модели спиральной неустойчивости возникновение спиральных волн плотности плазмы, в первую очередь гармоники  $m = 1$ , обладающей наименьшим порогом возбуждения, происходит при совместном действии двух факторов: 1) электрическое поле  $E$ , направленное вдоль длины образца и созданное напряжением, приложенным к торцевым контактам цилиндрического полупроводникового стержня; 2) внешнее магнитное поле  $B$ , параллельное  $E$ . Под действием поля  $E$  происходит небольшое разделение квазинейтрального винта плотности плазмы на электронную и дырочную компоненты и появление поперечного длине образца и оси  $z$  электрического поля  $E_{\perp} \sim E$ , вызванного этим сдвигом. Взаимодействие внешнего  $B$  и поперечного электрического поля  $E_{\perp}$  усиливает амплитуду спиральной волны, нагнетая все больше носителей заряда в спираль. Сила  $F_{ВН}$ , нагнетающая носители заряда в спираль, пропорциональна векторному произведению  $E_{\perp} \times B$ .

В модели Тройная спираль аналогом силы  $F_{ВН}$  является сила  $F_{ТС}$ , происхождение которой вызвано трудом и энергией исследователей, работающих в университете над научно-технической разработкой и создающих новые научные и технические знания. Эти знания, будучи воплощенными в виде новых опытных образцов, конструкций, приборов, устройств и в виде опубликованных научных статей, заявок на патенты, патентов, определяют возникновение спиральной волны  $U$ -гармоники и дальнейшее ее усиление по мере накопления новых знаний в данной научно-технической области и опубликования новых статей, появления новых патентов и ноу-хау.

В работе каждого ученого, исследователя или в работе творческого коллектива в новом научном направлении наступает время, когда возникает необходимость опубликования нового накопленного научного материала. Именно появление первой научной статьи по данному научному или техническому направлению является порогом возбуждения спиральной  $U$ -гармоники.

Если работа в данном научном направлении прекращается, по каким-то разнообразным причинам, возникшая спиральная  $U$ -гармоника затухает.

Далее будем рассматривать случай, когда работа в данном научном направлении продолжается, появляются новые знания, которые воплощаются в виде новых публикаций и патентов, тем самым увеличивая плотность публикаций и разработок в  $U$ -спирали. Это приводит к усилению  $U$ -гармоники, ее амплитуда увеличивается.

Аналогом, эквивалентом, количеству (плотности) публикаций в модели Тройная спираль, является плотность носителей заряда, вовлеченных под действием силы  $F_{ВН} \sim E_{\perp} \times B$ , в спиральную гармонику  $m = 1$  в модели винтовой (спиральной) неустойчивости полупроводниковой плазмы.

Амплитуда  $U$ -спирали будет увеличиваться пропорционально росту плотности публикаций также, как это происходит в модели спиральной неустойчивости, когда амплитуда основной спирали  $m = 1$  растет с ростом  $B$  и  $E$  выше их пороговых значений  $B_{п}$  и  $E_{п}$ , пропорционально плотности носителей заряда, вовлеченных в спираль. Этот процесс характеризуется параметром надкритичности, величиной, описывающей превышение некоторого параметра возбуждения над его пороговым значением. Например в модели спиральной неустойчивости это надкритичность по электрическому полю

$\Delta_{B=const} = (E - E_{п}) / E_{п}$  или надкритичность по магнитному полю  $\Delta_{E=const} = (B - B_{п}) / B_{п}$ . Поскольку существует пропорциональная связь  $F_{ВН} \sim E_{\perp} \times B$ , удобно ввести надкритичность по силе  $F_{ВН}$ , нагнетающей носители заряда в спираль:  $\Delta F_{ВН} = (F_{ВН} - F_{ВНп}) / F_{ВНп}$ , где  $F_{ВНп}$  – сила на пороге возбуждения гармоники  $m = 1$ .

Аналогом надкритичности  $\Delta F_{ВН}$  в модели Тройная спираль является надкритичность  $\Delta F_{ТС} = (F_{ТС} - F_{ТСп}) / F_{ТСп}$ , где  $F_{ТСп}$  – сила на пороге возбуждения  $U$ -гармоники. Выше отмечалось, что интерес к конкретному научному направлению определяется разными факторами мотивации исследователей, например прогнозируемыми доходами от коммерциализации инновационных разработок. Если такие факторы имеются, то увеличиваются затраты энергии и труда на исследования, что приводит к росту силы  $F_{ТС}$  выше ее порогового значения  $F_{ТСп}$ , поскольку сила  $F_{ТС}$  определяется энергией и трудом исследователей. В результате растет надкритичность  $\Delta F_{ТС}$  и увеличивается амплитуда спиральной  $U$ -гармоники, поскольку рост интенсивности исследований приводит к росту публикаций и патентов, вовлеченных в эту спираль. В итоге, происходит значительный рост амплитуды  $U$ -спирали, увеличивается её радиус и плотность.

В теории спиральной неустойчивости показано, что квадрат амплитуды  $A$  определяется выражением

$$|A|^2 = \frac{2\gamma_1}{\alpha}, \quad (2)$$

где  $\gamma_1$  – мнимая часть комплексной частоты  $\omega$  спиральной волны;  $\alpha$  – некоторая положительная или отрицательная постоянная, называемая постоянной Ландау [4].

Для определения условий возбуждения спиральных волн определяют возможные значения комплексных частот  $\omega$  при данных граничных условиях движения. Существенны только частоты  $\omega = \omega_1 + i\gamma_1$  с положительной мнимой частью, так как при их наличии возможно возбуждение спиральной волны (неустойчивость основного движения по отношению к малым возмущениям).

Далее перейдем к исследованию режимов возбуждения спиральных волн.  $\gamma_1$  и  $\alpha$  - функции параметров надкритичности системы, которые в общем виде будем обозначать заглавной греческой буквой лямбда  $\Lambda$ . Под  $\Lambda$  понимаются в модели спиральной неустойчивости температура, геометрические размеры, электрическое и магнитное поля, скорость поверхностной рекомбинации и другие возможные параметры. Соответственно для модели Тройная спираль под  $\Lambda$  понимаются энергия и труд исследователей, сила  $F_{ТС}$ , наращивающая  $U$ -спираль, количество опубликованных научных статей и патентов, высокая мотивация исследователей, параметр надкритичности  $\Delta F_{ТС}$ .

Величина  $\gamma_1$  может быть разложена по степеням  $\Lambda - \Lambda_n$ , поэтому для малых надкритичностей  $(\Lambda - \Lambda_n) \ll 1$ , ограничиваясь первым членом разложения, приближенно имеем

$$\gamma_1 \approx \text{const} (\Lambda - \Lambda_n). \quad (3)$$

После подстановки (3) в (2) находим следующую зависимость устанавливающейся амплитуды возмущения от величины надкритичности

$$|A| \sim (\Lambda - \Lambda_n)^{1/2} \quad (4)$$

Если  $\alpha(\Lambda_n) > 0$  нелинейные взаимодействия ограничивают рост волны и при увеличении надкритичности  $\Lambda - \Lambda_n$  амплитуда стационарного движения непрерывно растет от нуля, что соответствует мягкому режиму возбуждения, формула (4).

При жестком (взрывном) режиме возбуждения  $\alpha < 0$ , здесь нелинейные взаимодействия способствуют росту волны неустойчивости. Тогда при достижении  $\Lambda$  величины  $\Lambda_n$  амплитуда скачком изменится до некоторого конечного значения [4]

$$|A_0|^2 = \frac{\alpha}{\beta}, \quad (5)$$

С дальнейшим ростом  $\Lambda$  и надкритичности амплитуда возрастает плавно.

Если теперь, находясь в области надкритичности, уменьшать  $\Lambda$ , то срыв и исчезновение спиральной  $U$ -гармоники произойдет скачком до нуля при некотором значении  $\Lambda_1 < \Lambda_n$ , которое определяется из условия

$$\frac{d|A|^2}{d\gamma_1} = 0 \quad (6)$$

Амплитуда колебаний в точке срыва определяется выражением

$$|A_1|^2 = \frac{\alpha}{2\beta}, \quad (7)$$

из которого следует, что

$$\frac{|A_0|^2}{|A_1|^2} = 2. \quad (8)$$

Таким образом, при исследовании зависимости амплитуды  $A$  от  $\Lambda$  будет наблюдаться скачок величины  $A$  в точке  $\Lambda_1 = \Lambda_n$ , а величины скачков амплитуды при возникновении  $A_0$  и срыве спиральной волны  $A_1$  связаны между собой соотношением (8). Из выражения (8) следует, что при жестком режиме возбуждения спиральной  $U$ -гармоники квадрат скачка амплитуды при первоначальном возникновении спирали в два раза больше квадрата скачка амплитуды при срыве спиральной волны. Точно также, скачок амплитуды при первоначальном возникновении спирали в 1.41 раза больше скачка амплитуды при срыве спиральной волны.

Таким образом, при жестком режиме возбуждения спиральных волн имеет место гистерезис: возникновение и срыв спиральных волн происходят при различных значениях внешних параметров  $\Lambda$ . Картина возникновения спиральной волны выглядит следующим образом. Когда  $\Lambda \rightarrow \Lambda_{\text{п}}$  возникает спиральная волна а амплитуда ее скачком достигает конечного значения  $A_0$ . Если теперь параметр  $\Lambda$  уменьшается и становится меньше порогового значения  $\Lambda_{\text{п}}$ , то движение спиральной волны не исчезает – амплитуда скачком падает до нуля лишь при  $\Lambda = \Lambda'_{\text{п}} < \Lambda_{\text{п}}$ . Кривая зависимости амплитуды от параметра  $\Lambda$  или от надкритичности  $\Lambda - \Lambda_{\text{п}}$  при жестком режиме имеет разрывы и петлю гистерезиса.

Для мягкого режима возбуждения спиральных волн квадрат амплитуды пропорционален надкритичности. Для модели Тройная спираль это означает выполнение следующих закономерностей для основной спиральной  $U$ -гармоники

$$|A|^2 \sim \Delta F_{\text{TC}}, \quad |A| \sim \Delta F_{\text{TC}}^{1/2} = \sqrt{\Delta F_{\text{TC}}}. \quad (9)$$

При мягком режиме возбуждения в области малых надкритичностей  $\Delta F_{\text{TC}} \ll 1$  должна выполняться зависимость следующего вида

$$\lg|A| \sim \frac{1}{2} \lg \Delta F_{\text{TC}} \quad (10)$$

Другими словами, при мягком режиме возбуждения  $U$ -гармоники в зависимости амплитуды от параметра надкритичности  $A(\Delta F_{\text{TC}})$  первый участок, соответствующий малым значениям надкритичности  $\Delta F_{\text{TC}}$  является степенной функцией с показателем 0.5 в соответствии с выражением (10).

После первого участка следует второй, достаточно протяженный, участок быстрого роста амплитуды с дальнейшим ростом силы  $F_{\text{TC}}$  и с ростом надкритичности  $\Delta F_{\text{TC}}$ . Протяженность второго участка определяется сложностью научной или технической проблематики, интенсивностью национальных научных исследований, вовлеченностью в исследования данной научной тематики мирового научного сообщества.

Характер изменения амплитуды спиральной волны при значительном выходе за порог возникновения спиральной волны при жестком режиме возбуждения, после скачка амплитуды на пороге, качественно соответствует характеру изменения амплитуды при мягком режиме возбуждения и  $\Delta F_{\text{TC}} \gg 1$ . Отличие только в первом участке зависимости  $A(\Delta F_{\text{TC}})$ : при жестком режиме скачок амплитуды на пороге, а при мягком режиме возбуждения – степенная зависимость  $A(\Delta F_{\text{TC}})$  с показателем 0.5 в соответствии с выражением (10).

Последний, третий участок кривой зависимостей  $A(F_{\text{TC}})$  или  $A(\Delta F_{\text{TC}})$ , характеризуется замедлением роста амплитуды или выходом ее на участок насыщения, когда при дальнейшем увеличении силы  $F_{\text{TC}}$  амплитуда более не меняется:  $A = \text{const}$ .

При любых научных или технических исследованиях достигается такая глубина проработки любой научной или технической тематики, когда уже более не поступает новых научных и технических знаний в том объеме, который соответствовал второму участку зависимости амплитуды  $A$  спиральной  $U$ -гармоники от силы  $F_{\text{TC}}$  или от надкритичности  $\Delta F_{\text{TC}}$ . Такая выработка и истощение научной или технической тематики приводит к проявлениям стагнации или к стагнации в развитии  $U$ -гармоники. В соответствии с этим, в зависимостях амплитуды от силы  $F_{\text{TC}}$  или от надкритичности  $\Delta F_{\text{TC}}$  скорость роста амплитуды  $U$ -гармоники замедляется или падает до нуля. Соответственно этому кривая зависимостей  $A(F_{\text{TC}})$  или  $A(\Delta F_{\text{TC}})$  стремится к насыщению или выходит на насыщение. В последнем случае наступает устойчивая стагнация в развитии  $U$ -гармоники, что сопровождается участком плато  $A = \text{const}$  на кривых зависимостей  $A(F_{\text{TC}})$  или  $A(\Delta F_{\text{TC}})$ .

На последнем участке насыщения зависимостей  $A(F_{\text{TC}})$  или  $A(\Delta F_{\text{TC}})$  увеличение силы  $F_{\text{TC}}$  более не приводит к увеличению объема новых знаний, новых научных публикаций и, соответственно, к росту амплитуды  $A$ .

Проведенный в настоящей работе для модели Тройная спираль анализ развития основной спиральной  $U$ -гармоники (university) выявил следующие закономерности.

Возбуждение  $U$ -гармоники может иметь либо мягкий режим возбуждения, либо жесткий (взрывной). Начиная от порога возбуждения амплитуда  $U$ -гармоники растет с ростом силы  $F_{TC}$ , вызванной энергией и трудом исследователей. При мягком режиме возбуждения на кривой зависимости амплитуды от параметра надкритичности  $A$  ( $\Delta F_{TC}$ ) первый участок, соответствующий малым значениям надкритичности  $\Delta F_{TC}$ , является степенной функцией с показателем 0.5. При жестком режиме возбуждения  $U$ -гармоники амплитуда на пороге возбуждения скачком изменится до конечного значения  $A_0$ . Кривая зависимости амплитуды от силы  $F_{TC}$  имеет разрывы и петлю гистерезиса: скачкообразное возникновение при росте силы  $F_{TC}$  и срыв спиральных волн при уменьшении силы  $F_{TC}$  происходят при различных значениях  $F_{TC}$ .

Дальнейший плавный рост амплитуды с ростом силы  $F_{TC}$  качественно одинаков для любого режима возбуждения. Амплитуда  $U$ -гармоники растет с ростом силы  $F_{TC}$  и надкритичности  $\Delta F_{TC}=(F_{TC}-F_{TCn})/F_{TCn}$  до тех пор, пока ее рост не ограничится высокой степенью изученности научной или технической проблемы. Тогда амплитуда  $U$ -спирали замедляет свой рост и стремится к насыщению или выходит на насыщение при значительном выходе за порог возбуждения ( $\Delta F_{TC} \gg 1$ ). На этом последнем участке стагнации  $U$ -гармоники увеличение силы  $F_{TC}$  более не приводит к увеличению объема новых знаний, новых научных публикаций и, соответственно, к росту амплитуды  $A$ .

На этом этапе развития модели Тройная спираль создаются пороговые условия для появления второй спирали –  $B$ -гармоники (business). При достижении достаточно больших значений количества печатных работ, индексов цитирования и коцитирования в выбранной области научных исследований, возникают пороговые условия для перехода полученных знаний в область практического использования патентов, трансфера технологий, создания технологических фирм и предприятий.  $B$ -спираль усиливается с ростом количества технологий и производственных предприятий, использующих знания, созданные при развитии  $U$ -спирали.

Экспериментальным материалом для проверки положений теории о характере развития спиральной  $U$ -гармоники будут служить первичные статистические данные о деятельности исследователей (количество публикаций, заявок на патенты, патенты). Эти экспериментальные данные эффективно учитываются методами дескриптивной статистики: наблюдение, учет и сводка статистических данных, последующая группировка первичных данных по группировочным признакам и дальнейший анализ для выявления закономерностей. Обладая статистическим экспериментальным материалом по деятельности исследователей в определенном научно-техническом направлении и используя положения теории о мягком и взрывном (жестком) режимах возбуждения можно определить режим возбуждения спиральной  $U$ -гармоники и дальнейший характер ее развития.

5) Возможны ситуации, когда послышки от органов власти и управления ( $G$ -компонента) или производственного сектора экономики ( $B$ -компонента) ставят задачи перед исследователями по разработке той или иной научной проблемы, играющей важную роль в развитии технологий, технологического бизнеса и получения прибыли или имеющей большое значение для государства, его национальной безопасности. Так было, например, с развитием атомных проектов в Германии, в США и в СССР в 40-х годах прошлого века.

Тем не менее, возникновение таких обратных связей между компонентами ТС не снижает роли университетов ( $U$ -компоненты), так как послышки обратной связи могут быть восприняты только достаточно разработанным в научном плане полем  $U$ -компоненты, когда создан достаточно большой научный задел. Обратная связь может быть положительной, когда ее сигналы соответствуют направленности научного задела и способствуют его дальнейшему развитию, или отрицательной в противном случае. Однако

генерация и накопление научного знания в университетах всегда является первичным явлением.

Таким образом, университеты и в модели ТС, и в развитии экономики знаний всегда играют преобладающую роль. Качественное рассмотрение аспектов модели ТС по аналогии с хорошо изученными закономерностями ВН облегчает понимание механизмов ТС и не претендует на попытку их количественного анализа. Возможно, указанный путь – предмет дальнейших исследований. Для проверки выявленных качественных закономерностей в модели ТС по-прежнему важное значение имеет фактический материал – числовые статистические данные по всем трем компонентам ТС и их анализ.

Литература

1. Дробот Д.А. Преобладающая роль университетов в модели тройной спирали / П.Н. Дробот, А.Ф. Уваров // Инновации .– 2011 .– №4 .– с.93-96.
2. Ларуш Л. Вы на самом деле хотели бы знать все об экономике? / Л. Ларуш .– М. – 1992 г .– 207 с.
3. Ларуш Л. Физическая экономика – платоновская эпистемологическая основа всех отраслей человеческого знания / Л. Ларуш . – М: Научная книга .– 1997 г. – 125 с.
4. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика .– Издание 5-е .– 2006 . – Т.VI. Гидродинамика .– 736 с.



## Приложение 1

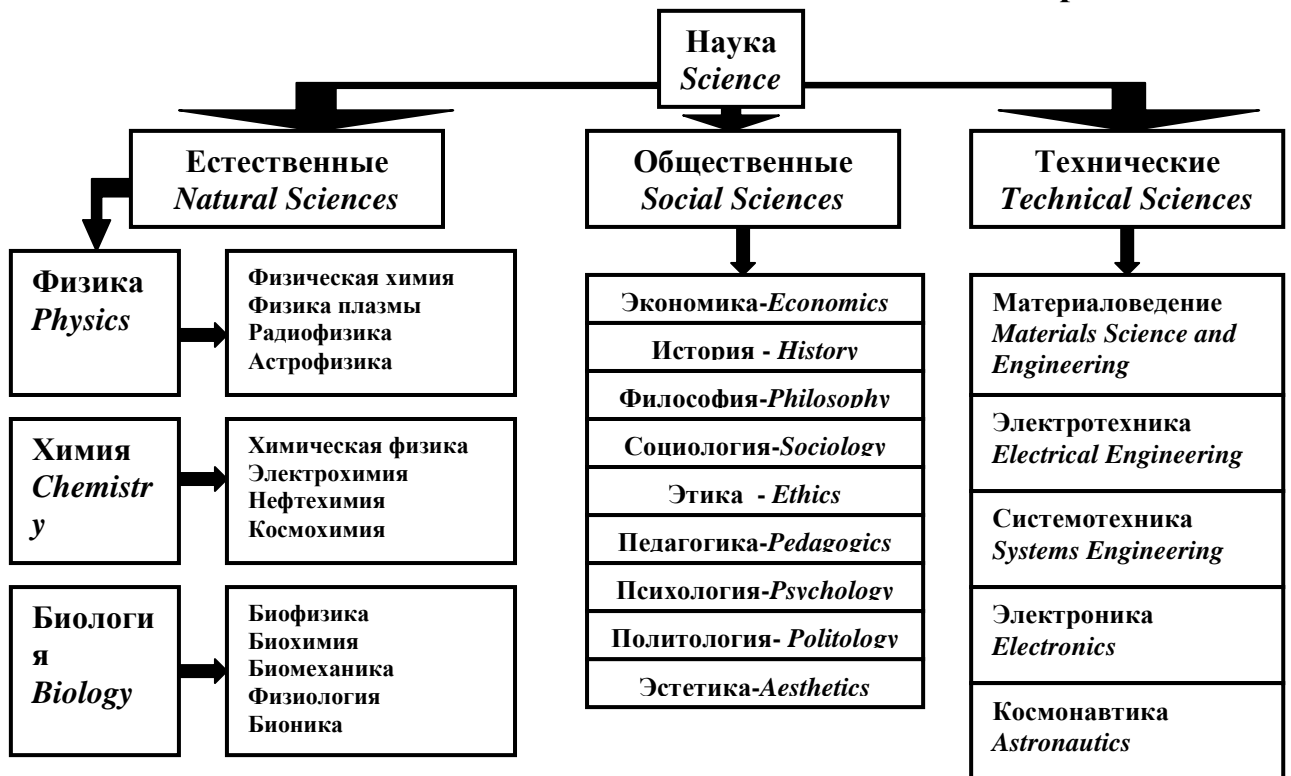


Рис.1.1 Деление науки по предмету и методу познания

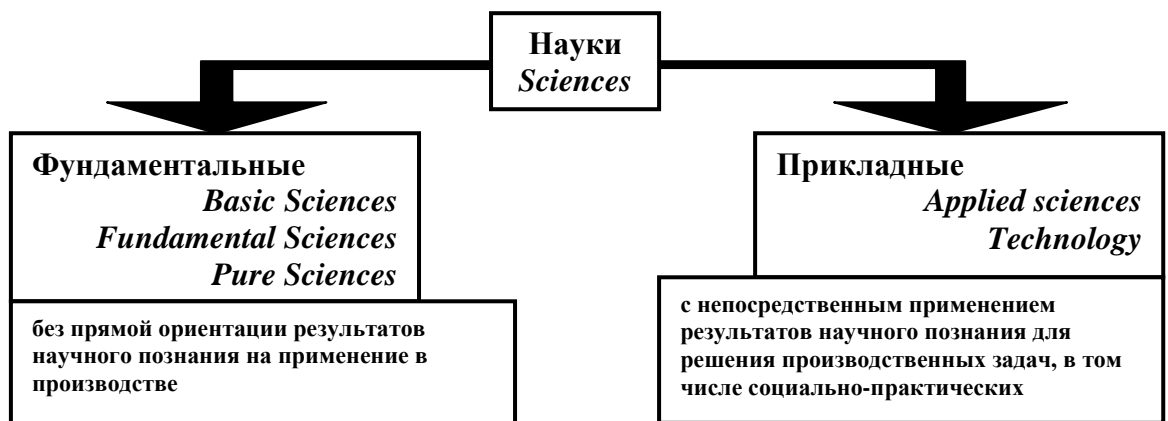


Рис.1.2. Деление науки по связи с производством

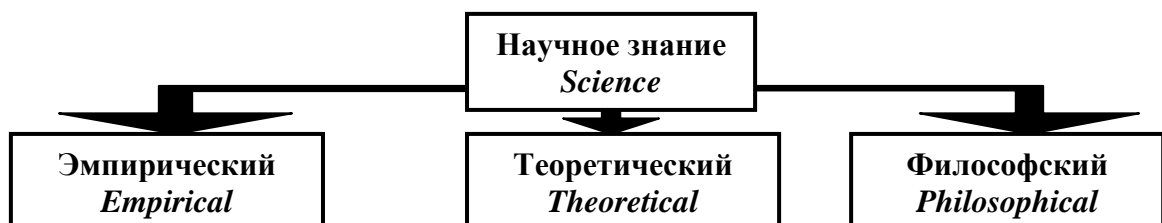


Рис.1.3. Структура научного знания.