

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»  
\_\_\_\_\_ /Г.Н. Нариманова  
(подпись) (ФИО)  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2015 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

по дисциплине

**История и философия нововведений**

(в области электронной техники)

Составлена кафедрой

«Управление инновациями»

Для студентов, обучающихся  
по направлению магистерской подготовки  
15.04.06 «Мехатроника и робототехника» (программа «Управление разработками  
робототехнических комплексов»)  
и  
по направлению магистерской подготовки 27.04.05 «Инноватика» (программа «Управ-  
ление инновациями в электронной технике»)

Форма обучения    очная

Разработчик  
Доцент, к.ф.-м.н.,

\_\_\_\_\_ П.Н. Дробот

Томск    2015 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	2
Введение.....	4
<b>Практическое занятие № 1 по разделу 1 «История и философия нововведений как отражение развития общества, культуры и цивилизации.» .....</b>	<b>4</b>
1-й час. Влияние общественного прогресса на развитие орудий труда и появление машин (до промышленной революции). Нововведения и промышленная революция (XVII в. – первая половина XVIII в.) .....	4
2-й час. Научно-техническая революция в период капитализма. Техника эпохи промышленного переворота (1760-1870гг.). Переход от мануфактуры к машинному производству. Этапы и особенности промышленной революции в странах Европы.....	5
3-й час Научно-технические достижения в XX веке.....	5
<b>Практические занятия по разделу №2 «Принципы и методы экспериментального исследования. Научные традиции, открытия, революции. Роль науки в развитии техники Этические нормы науки».....</b>	<b>5</b>
Практическое занятие № 2 (2 часа). Создание экспериментальной методики. Учет действия экспериментальной процедуры на объект исследования и погрешности измерения. Корректная интерпретация результатов эксперимента.....	5
Практическое занятие № 3 (2 часа). Парадигмы науки, научная революция – резкий переход от одной парадигмы к другой. Эмпирический и теоретический путь к открытию. Историческая обусловленность фундаментальных открытий. Постановка техникой новых задач перед наукой. ....	6
Практическое занятие № 4 (2 часа). Четыре моральных принципа: коллективизм, универсализм, бескорыстность, организованный скептицизм. Современные проблемы этики, связанные с коммерциализацией науки. Контроль за выполнением научной этики .7	7
<b>Практические занятия по разделу №3 «Основные векторы творческой деятельности человека, их взаимосвязи, взаимодополнения и взаимообогащения»... 8</b>	<b>8</b>
Практическое занятие № 5 (2 часа). Наука: функции, цели, предмет, классификация. Исторические рубежи возникновения науки. Наука как особый социальный институт.....	8
Практическое занятие № 6 (2 часа). Университеты и система образования как средство для обмена, распространения и умножения знаний. Нелинейные явления, связанные с	

необратимостью обмена знаниями, их умножением	Концентрация знаний и их умножение.....	10
Практическое занятие № 7 (2 часа). Становление профессиональной науки, понятие научный работник. Особенности и критерии научного знания. Роль науки в развитии техники. ....		10
<b>Практические занятия по разделу №4 «Научно-технический прогресс и экономика знаний; их роль в современном мире».....</b>		<b>12</b>
Практическое занятие № 8 (2 часа). Анализ определений научно-технического прогресса (НТП) .....		12
Практическое занятие № 9 (2 часа). Результат внедрения новых знаний: качественные, структурные и функциональные изменения технологических процессов.....		15
Практическое занятие № 10 (2 часа). НТП как циклический процесс производства и распространения знания. Кругооборот знаний и информации в процессе НТП.....		15
<b>Практические занятия по разделу №5 «Модель экономики знаний в виде тесного взаимодействия институтов власти, высокотехнологичного бизнеса и науки («Тройная спираль»».....</b>		<b>16</b>
Практическое занятие № 11 (2 часа). Новые принципы построения отношений между государством, наукой и бизнесом в связи с инновационной деятельностью – основа модели Тройная спираль, превалирующая роль университетов, как нового фактора экономического роста, ответственного за создание и накопление знаний .....		16
Литература .....		24

## **Введение**

Дисциплина «История и философия нововведений» относится к вариативной части Б1.В цикла Б1 дисциплин ФГОС ВО по направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» и к базовой части цикла Б1.Б цикла Б1 дисциплин ФГОС ВО по направлению 27.04.05 «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 знании истории появления нововведений, в том числе, в области полупроводниковой электроники и электронной техники.

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

В соответствии с разделами дисциплины предусмотрена тематика слежующих практических занятий.

### **Практическое занятие № 1 по разделу 1 «История и философия нововведений как отражение развития общества, культуры и цивилизации.»**

**1-й час. Влияние общественного прогресса на развитие орудий труда и появление машин (до промышленной революции). Нововведения и промышленная революция (XVII в. – первая половина XVIII в.)**

План практического занятия .

1. Развитие техники в древнем мире. Знания и средства труда в древнем мире (500 - 4 тыс. лет до н.э.)
2. Античная наука и техника (4 тысячелетие до н.э. – V в.). Научные открытия и технические изобретения периода античности (4 тыс. до н.э. – V в.)
3. Средневековая наука и техника (V-XVI вв.). Развитие научной мысли и ее реализация в технике в феодальных государствах.
4. Естественнонаучные и технические знания, развитие науки и техники на Руси в X-м – первой половине XVII вв.
5. Зарождение промышленной революции (XVII в. – первая половина XVIII в.)
6. Мировые открытия и технические достижения в XVII-м – первой половине XVIII вв.
7. Вхождение России в мировое научное сообщество во второй половине XVII - XVIII вв. Образовательная политика российского государства в XVIII в. Основные направления развития науки и техники в России в XVIII в.

**2-й час. Научно-техническая революция в период капитализма. Техника эпохи промышленного переворота (1760-1870гг.). Переход от мануфактуры к машинному производству. Этапы и особенности промышленной революции в странах Европы.**

План практического занятия.

1. Промышленная революция в странах Европы во второй половине XVIII – первой половине XIX вв.
2. Развитие естествознания во второй половине XVIII – первой половине XIX вв.
3. Развитие науки и техники в период монополистического капитала (вторая половина XIX – начало XX вв.)
4. Развитие различных видов транспорта и строительных технологий во второй половине XIX – начале XX вв.
5. Совершенствование прикладного мастерства во второй половине XIX – начале XX вв.
6. Естествознание во второй половине XIX – начале XX вв.

**3-й час Научно-технические достижения в XX веке.**

План практического занятия.

1. Исследования в области электричества и магнетизма в середине XVIII – XIX вв.
2. Создание физических основ электроники. Исследования полупроводников.
3. Развитие элементной базы в период с конца XIX в. по 60-е гг. XX в. Полупроводниковые приборы.
4. Развитие микроэлектроники и оптоэлектроники в 1960 - 2000 гг.
5. Зарождение оптоэлектроники как раздела электроники. Создание оптоволокна. Применение волоконно-оптических линий связи на железнодорожном транспорте России. Создание и развитие фотоприемников.
6. Развитие отечественной полупроводниковой электроники.
7. Становление современной атомной и ядерной физики. Создание ядерных технологий
8. Формирование современной (квантовой) физики
9. Использование современных ядерных технологий

**Практические занятия по разделу №2 «Принципы и методы экспериментального исследования. Научные традиции, открытия, революции. Роль науки в развитии техники Этические нормы науки».**

***Практическое занятие № 2 (2 часа). Создание экспериментальной методики. Учет действия экспериментальной процедуры на объект исследования и погрешности измерения. Корректная интерпретация результатов эксперимента.***

План практического занятия .

1. Постановка эксперимента и создание экспериментальной методики.  
Эксперимент – самая индивидуальная, интересная и творческая часть в работе ученого. Для занятий научным экспериментом необходимы знание техники эксперимента, измерительных приборов, основ обработки результатов эксперимента, природы и теории ошибок измерений. В конечном счете у ученого - экспериментатора

формируется искусство экспериментатора, основанное на опыте экспериментальной работы.

2. Воздействие средств эксперимента на объект экспериментальных исследований. Любое экспериментальное воздействие оказывает влияние на объект эксперимента. Поэтому экспериментатор должен уменьшить такое влияние до приемлемого уровня так, чтобы воздействие не заслоняло собой исследуемые свойства объекта. Для этого необходимо правильно выбрать воздействие и способ регистрации эффекта воздействия. Необходимо привлечь все знания об изучаемом объекте и экспериментальной методике, глубоко продумать, какие изменения в объекте могло вызвать внешнее воздействие и по каким взаимосвязям оно могло изменять реакцию объекта.

3. Оценка погрешностей эксперимента.

Характеристикой точности измерения является его ошибка (погрешность) – разность между истинным и измеренным значениями величины. Погрешности делятся на приборные – систематические и случайные и методические. Погрешность должна быть существенно – хотя бы на порядок – меньше, чем величина ожидаемого эффекта экспериментального воздействия.

4. Результаты эксперимента должны иметь однозначную интерпретацию.

Это самый сложный этап в интерпретации данных, с которым связано больше всего ошибок – легко можно упустить из вида какую-нибудь существенную взаимосвязь.

***Практическое занятие № 3 (2 часа). Парадигмы науки, научная революция – резкий переход от одной парадигмы к другой. Эмпирический и теоретический путь к открытию. Историческая обусловленность фундаментальных открытий. Постановка техникой новых задач перед наукой.***

План практического занятия .

1. Понятие *парадигма* как общепринятые научные достижения, которые в течение определенного времени дают научному сообществу модель постановки проблем и методы их решения.
2. История науки как чередование периодов «нормальной науки» и отрицающей ее «революционной науки».
3. Резкий переход от одной парадигмы к другой – научная революция.
4. Возникновение новых методов исследования как важный научно-революционный фактор.
5. Научные открытия, которые совершаются двумя способами – экспериментально и теоретически – один из факторов, приводящих к научной революции, являются.

**Практическое занятие № 4 (2 часа). Четыре моральных принципа: коллективизм, универсализм, бескорыстность, организованный скептицизм. Современные проблемы этики, связанные с коммерциализацией науки. Контроль за выполнением научной этики**

План практического занятия .

1. Проблемы этических ценностей.

Этос науки как ценности и нормы, воспроизводящиеся от поколения к поколению ученых и являющихся обязательными для человека науки. История научной этики начинается еще с древних времен: «Платон мне друг, но истина дороже».

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.

2. Проблема плагиата.

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.»

3. 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.

4. Современные проблемы этики, связанные с коммерциализацией науки. Контроль за выполнением научной этики

В конце XX века 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.

**Практические занятия по разделу №3 «Основные векторы творческой деятельности человека, их взаимосвязи, взаимодополнения и взаимообогащения».**

**Практическое занятие № 5 (2 часа). Наука: функции, цели, предмет, классификация. Исторические рубежи возникновения науки. Наука как особый социальный институт.**

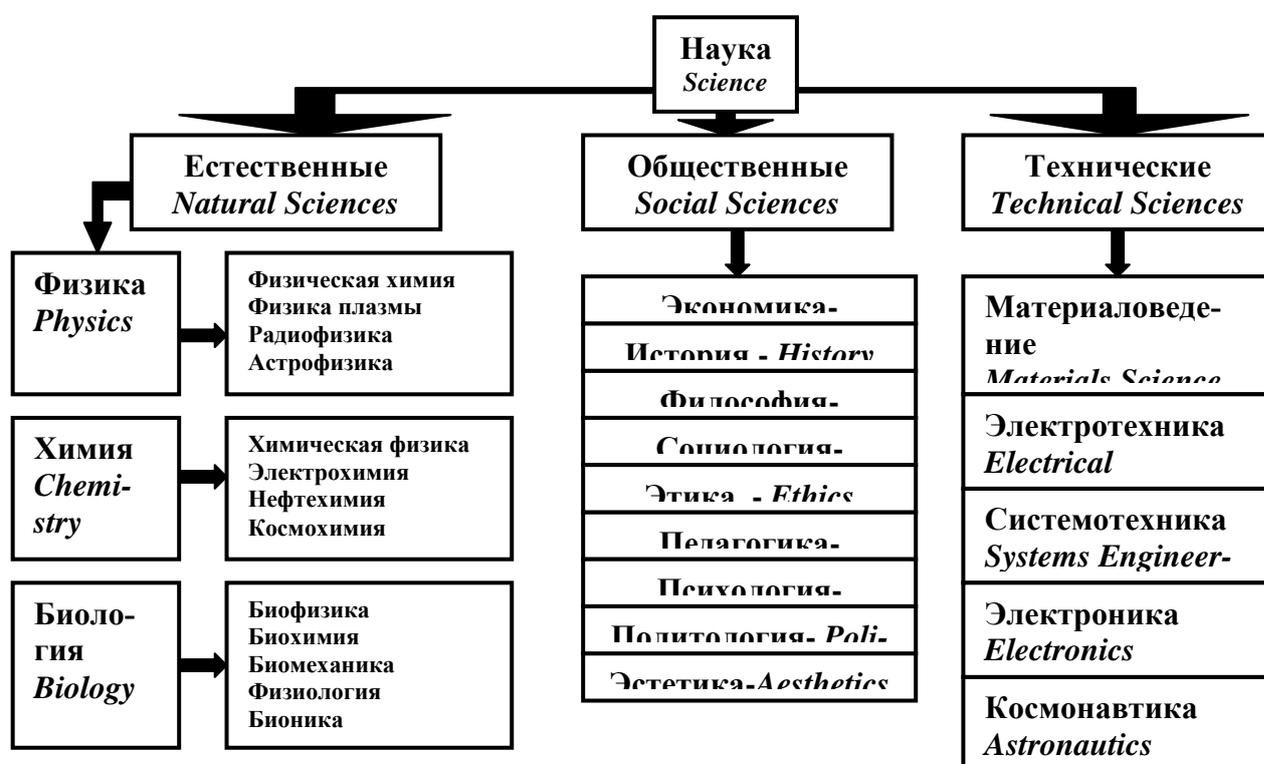


Рис.1 Деление науки по предмету и методу познания

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** все виды науки делят на два крупных типа:

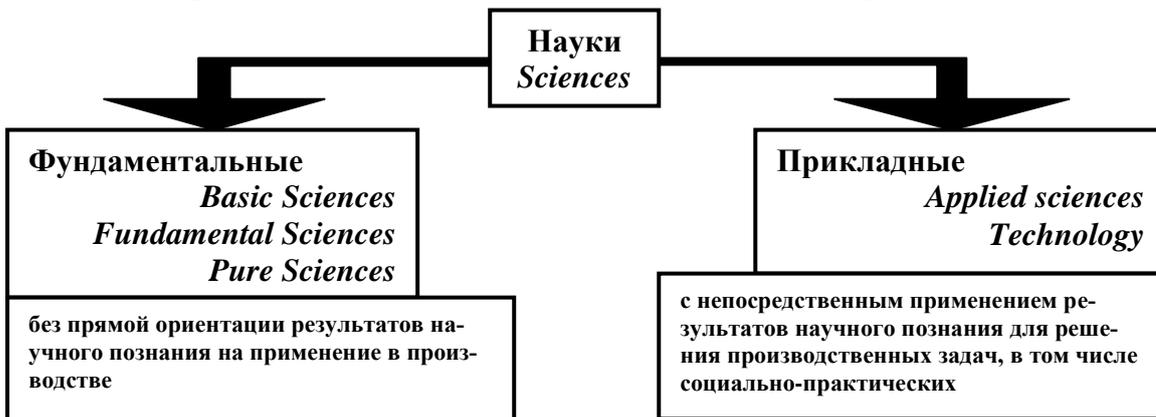


Рис.2. Деление науки по связи с производством

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.

***Практическое занятие № 6 (2 часа). Университеты и система образования как средство для обмена, распространения и умножения знаний. Нелинейные явления, связанные с необратимостью обмена знаниями, их умножением Концентрация знаний и их умножение.***

Образование – целенаправленный процесс *воспитания* и *обучения* в интересах человека, общества, государства, сопровождающийся констатацией достижения гражданином (обучающимся) установленных государством образовательных уровней (образовательных цензов). В традиционном смысле образование – процесс и результат овладения человеком определенной системой знаний, умений и навыков, а также способами мышления, необходимыми для его полноценного включения в социальную и культурную жизнь общества и выполнения определенных профессиональных функций

Система образования – сложный социально-экономический и научно-технический комплекс народного хозяйства, характеризующийся совокупностью следующих показателей: число учебных заведений, численность учащихся, выпуск учащихся, численность преподавательского состава. С организационной точки зрения система образования – совокупность образовательных учреждений независимо от их организационно-правовых форм, типов и видов, реализующих преемственные образовательные программы и государственные образовательные стандарты различного уровня и направленности.

Человек, получающий образование изначально и в соответствии с еще не освоенным уровнем образования получает базовое образование, соответствующее данному уровню. Базовое образование – система *знаний, умений, навыков* и *качеств личности*, представляющая достигнутый человеком *уровень (ступень) образования* и составляющая необходимую основу для их дальнейшего развития, приобретения и приращения на последующем уровне (ступени) образования.

Дополнительное образование – процесс и результат реализации *дополнительных образовательных программ*, дополняющих систему *основных образовательных программ* с целью удовлетворения потребностей личности, общества, государства в непрерывном развитии личности, повышении профессиональной квалификации и переподготовке специалистов, не предусмотренных целями основных образовательных программ.

Уровни универсального образования имеют определенную структуру. В настоящее время, к *общему образованию* в широком смысле принято относить следующие составляющие: дошкольное, начальное общее, основное общее, среднее (полное) общее и дополнительное образование детей.

Следующим по уровню идет профессиональное образование, к которому в настоящее время относят начальное профессиональное образование, среднее профессиональное образование, высшее профессиональное образование, а также послевузовское профессиональное образование.

Существуют также особые формы повышения квалификации лиц с целью подготовки их к соисканию учёной степени кандидата наук (аспирантура) или к соисканию учёных степеней доктора наук (докторантура).

***Практическое занятие № 7 (2 часа). Становление профессиональной науки, понятие научный работник. Особенности и критерии научного знания. Роль науки в развитии техники.***

План и конспект практического занятия:

1. Становление профессиональной науки, понятие научный работник.

В 17 веке 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.

## 2. Особенности и критерии научного знания

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 при-

меняются 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.

Итак, мы установили, что научное познание это динамический процесс и развивающаяся система знаний. Будет интересно и концептуально верно познакомиться со структурой системы знаний.

### 3. Роль науки в развитии техники

Взаимоотношения техники и науки рассматриваются по-разному. Можно здесь выделить три позиции, точки зрения и модели.

Первая – утверждает определяющую роль науки, при этом науку рассматривает, как производство знаний, а технику – как их практическое применение.

Вторая – трактует науку и технику, как независимые, самостоятельные явления, взаимодействующие на определённых этапах своего развития. При этом утверждается, что научное познание движет стремления учёных к истине, тогда как техника развивается для решения практических задач. Иногда техника использует научные результаты для своих целей, а иногда наука использует технические устройства для решения своих проблем.

Третья – полагает, что ведущая роль принадлежит технике, а наука развивается под влиянием потребностей техники.

Надо заметить, что взаимоотношения науки и техники носят исторический характер. Наука вплоть до конца XIX в. шла вслед за техникой, за изобретениями практиков. Так часовщик Уайт изобрел паровую машину, шарманщик Аркрайт – прядильную машину, ювелир Фултон – пароход.

В конце XIX в. ситуация в корне меняется: целые отрасли промышленности и техники создаются на основе открытий науки: электротехническая, электронная, химическая, различные виды машиностроения и пр. Таким образом, взаимоотношения науки и техники изменялись в историческом процессе: от первенства техники к первенству науки.

Ныне технические новшества, новые виды технических устройств опираются на научные разработки. Технические проблемы стимулируют развитие науки, а научные открытия становятся основой создания новых видов техники. Если говорить в целом, то современная техника становится всё более и более наукоёмкой. Однако в этой связи уместно заметить, что успешное развитие самой науки в значительной мере зависит от наличия у неё солидной технической базы. Техника, в свою очередь, обратно влияет на развитие науки. Современная наука имеет довольно солидный технический базис. В научной деятельности используются определенные технические устройства и приборы (счётчики, телескопы, ускорители элементарных частиц, компьютеры и др.), которые усиливают и расширяют возможности научно-исследовательской деятельности учёных.

## **Практические занятия по разделу №4 «Научно-технический прогресс и экономика знаний; их роль в современном мире».**

### ***Практическое занятие № 8 (2 часа). Анализ определений научно-технического прогресса (НТП)***

В работе [3] на основе литературных данных, опубликованных в разные годы в отечественной и в зарубежной литературе, собрано десять различных интерпретаций понятия *научно-технический прогресс*.

Полученные данные представлены в таблице 1:

Таблица 1 Варианты определения понятия «научно-технический прогресс»

№ п/п	Автор, название источника	Издание	Интерпретация понятия «НТП»
1	2	3	4
1	Мэнсфилд Э. Экономика научно-технического прогресса	М.: Прогресс, 1970.	Рост накопленного обществом фонда знаний, обычно находящего выражение в новых методах производства уже существующих изделий, в новых конструкторских решениях, которые позволяют производить продукцию с новыми важными характеристиками, а также 8 новых методах организации, сбыта и управления
2	Маркс К. Капитал, Т.I	М.: Политиздат. 1973.	Включает развитие науки, техники и производства, изменение структуры потребления. Эти составляющие научно-технического прогресса находятся в тесном органическом единстве, взаимно обуславливая и дополняя друг друга, а не представляют простую сумму составляющих его элементов
1	2	3	4
3	Волков Г.Н. Большая Советская энциклопедия	М.: Советская энциклопедия. 1974.	Единое, взаимообусловленное поступательное развитие науки и техники
4	Радаев В.В. НТП и основные противоречия интенсификации производства	Экономические науки. 1987.-№4	Совокупность процессов, заключающихся в повышении уровня применяемых средств производства, рабочей силы, производственных технологий и в соответствующих изменениях в организации труда и управлении производством на основе материализации научных знаний, то есть сопровождающихся совершенствованием производственных отношений
5	Денисов Г. А. Прикладная наука и инновационная деятельность	М.: Диалог МГУ. 1998.	Понятие, которое включает во взаимной связи и обусловленности процессы развития науки и реализации ее достижений, совершенствование производства и сферы обслуживания на базе использования достижений науки и техники; процесс поступательного развития науки, техники, производства и сферы потребления
1	2	3	4

6	Пиличев Н.А. Управление агро- промышленным про- изводством	М.: Колос, 2000.	Процесс непрерывного совершенствова- ния производства на основе достижений науки, техники и передового опыта, роста профессионально-технического уровня кадров
7	Свободин В. А. Интенсификация и эффективность сель- скохозяйственного производства	М.: Агропромиз- дат, 1988.	Процесс проникновения достижений науки и техники в производство, что ведет к со- вершенствованию его материально- технических условий, техники, технологии и организации производства на основе ме- ханизации, электрификации производст- венных процессов, химизации, мелиорации земель, внедрения более продуктивных сортов растений и пород животных, повы- шения профессионально-технического уровня кадров
8	Арустамов Э.А.. Пахомкин А.Н. Техническое осна- щение торговли	М: ЦУМК Моск. Ун-та потреб. ко- оп., 2000.	Непрерывное совершенствование всех сто- рон общественного производства на базе взаимообусловленного и комплексного развития и повсеместного использования достижений науки, техники и технологии с целью практического решения социально- экономических проблем общества
9	Ермолаева М.А. Экономико– теоретические аспек- ты научно– технического разви- тия в постсоциали- стических странах	Москва, 2004 (диссертация)	Комплексный процесс накопления и созда- ния новых научных знаний и внедрения достижений фундаментальной и приклад- ной науки в производство, налаживание выпуска новых видов изделий и примене- ние новых технологий
10	Государственное ре- гулирование нацио- нальной экономики. Под ред. Н.А. Плато- новой. В.А. Шумае- ва. И.В. Бушуевой.	М.: Альфа-М: ИНФРА-М. 2008.	Процесс создания и совершенствования средств и предметов труда, технологиче- ских процессов, форм организации произ- водства и управления на основе все более глубокого познания законов развития при- роды и общества

Из таблицы 1 видно многообразие различных трактовок и интерпретаций понятия *научно-технический прогресс*. Вместе с тем таблица 1 представляет собой определенную систематизацию научных представлений и взглядов об этом широком понятии и демонстрирует всю его глубину.

В определениях НТП №2 и №3 показаны взаимосвязь, взаимообусловленность и взаимодополняемость основных составляющих научно-технического прогресса – науки и техники. Но в чем именно заключается такая обусловленность из приведенных определений непонятно. Не раскрывают эти определения и роли информации в развитии научно-технического прогресса.

**Практическое занятие № 9 (2 часа). Результат внедрения новых знаний: качественные, структурные и функциональные изменения технологических процессов.**

Научно-технический прогресс характеризуется коренными преобразованиями науки, техники и производства. Эти преобразования заключаются в накоплении и совершенствовании *знаний* и опыта, в создании и внедрении новых прогрессивных элементов производства, в научной организации труда и управления. Ряд ученых определяет НТП как процесс создания и совершенствования средств и предметов труда, технологических процессов, форм организации производства и управления на основе все более глубокого *познания* законов развития природы и общества. Таким образом, прослеживается тесная связь объема и уровня *знаний* и научно-технического прогресса, особенно актуальная в настоящее время, когда приоритетом развития прогрессивного общества является экономика, основанная на знаниях – экономика знаний.

При этом научно-технический прогресс будет проявляться в двух составляющих: научно-техническая деятельность – деятельность, направленная на производство, развитие, распространение и применение знаний;

научно-техническое развитие – развитие, основанное на использовании результатов научно-технической деятельности. По субъектам научно-технического прогресса можно выделить две основные сферы: сфера производства знаний; сфера приложения знаний.

Как отмечается в работе [2] в современной теории экономики, основанной на знаниях, объектом исследований является структура «знание – научно-технический прогресс».

Авторы работы [1] определили, с одной стороны, *информацию* как ресурс нематериального производства, и, с другой стороны, *знания*, как продукт такого нематериального производства. Инструментарием исследований явились теория информации, теория экономики знаний и теория познания, с помощью которых была дана сравнительная характеристика информации и знаний [1].

Внедрение новых знаний в производственные процессы изменяет производственные процессы, поэтому необходимо классифицировать новые знания в зависимости от глубины вносимых изменений [2]. Такая классификация по глубине вносимых изменений может быть предложена в следующем виде:

- 1) качественные изменения
- 2) структурные изменения
- 3) функциональные изменения

**Практическое занятие № 10 (2 часа). НТП как циклический процесс производства и распространения знания. Кругооборот знаний и информации в процессе НТП.**

Анализ рассмотренного выше материала приводит к следующим пониманию и выводам относительно взаимосвязи, взаимообусловленности и взаимодополняемости основных составляющих научно-технического прогресса – науки и техники. Взаимообусловленность развития науки и техники выражается в кругообороте знаний и информации, который показан на рисунке 4.1 [1].

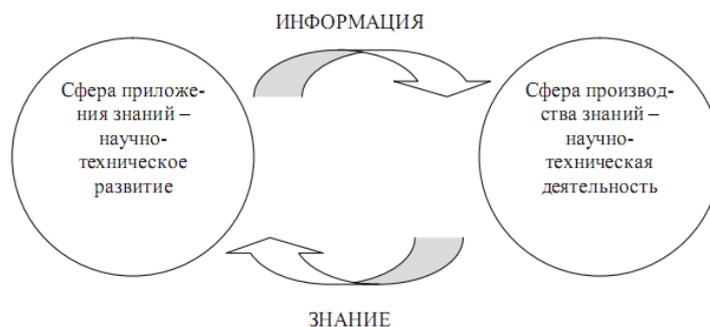


Рис.4.1 Кругооборот знаний и информации в процессе НТП.

Здесь будет уместно вспомнить известное выражение знаменитого основателя фирмы Майкрософт Билла Гейтса о том, что «Управление знаниями – это не что иное, как управление информационными потоками; оно должно гарантировать, что нужные известия достигнут нужных людей в нужное время, чтобы эти люди могли своевременно предпринять необходимые действия». Управление знаниями является не конечной целью, а средством. В связи с вышеизложенным материалом можно предложить уточнение понятия научно-технический прогресс.

Научно-технический прогресс – это циклический процесс производства и распространения знания, которое при экономическом использовании, приводя к развитию производственных отношений и повышению эффективности материального и нематериального производства, формирует информационную основу, обуславливающую возможность и необходимость развития фундаментальной и прикладной науки – производства нового знания.

Исходя из этого, развитие НТП и все экономическое развитие будет определяться двумя основными процессами, каждый из которых характеризуется своей «химической реакцией»:

- 1) научно-техническое развитие: Информация → Знание → Информация.
- 2) научно-техническая деятельность: Знание → Информация → Знание.

Неотъемлемой частью развития науки является развитие эмпирической базы исследований, накопление экспериментальных фактов. Именно этому способствует процесс развития производства на основе внедрения в этот процесс результатов и достижений НТП. Поэтому развитие экономики и развитие экономической науки это два взаимосвязанных и взаимообусловленных процесса, находящихся в постоянном взаимодействии и взаимовоздействии.

### **Практические занятия по разделу №5 «Модель экономики знаний в виде тесного взаимодействия институтов власти, высокотехнологичного бизнеса и науки («Тройная спираль»)»**

***Практическое занятие № 11 (2 часа). Новые принципы построения отношений между государством, наукой и бизнесом в связи с инновационной деятельностью – основа модели Тройная спираль, превалирующая роль университетов, как нового фактора экономического роста, ответственного за создание и накопление знаний***

1. В обществе, основанном на знаниях, университет играет все более важную роль. В индустриальном обществе университет готовит обученных работников и занимается научными исследованиями, как фундаментальными, так и прикладными, но очень редко участвует в трансфере технологий в промышленность. А в обществе, основанном на зна-

ниях, университет начинает играть расширенную роль, ставя «капитализацию знаний» в качестве академической цели. Модель «тройной спирали» предполагает, что именно университеты становятся центрами, генерирующими технологии и новые формы предпринимательства, оставляя за собой, естественно, и научные исследования.

Обучение в таких предпринимательских университетах должно наряду с академической стимулировать и предпринимательскую деятельность выпускников, чтобы они, покинув альма-матер, не побоялись брать на себя эти функции. Главный аргумент в пользу такого развития университетов заключается в том, что они для этого имеют все необходимое, больше даже, чем научно-исследовательские институты или научно-исследовательские отделы компаний. Потому что университет – это место, через которое течет человеческий капитал, тысячи студентов с новыми идеями, которые можно апробировать и довести до коммерциализации.

Университет – одна из составляющих «тройной спирали». Говоря об этой модели, нельзя забывать о двух других ее элементах. О промышленных предприятиях и государственных структурах и их взаимодействии с университетами. Потому что, продолжая выполнять свои традиционные функции, эти структуры приобретают новые роли в таком сотрудничестве.

Роль государства в модели Тройной спирали. Правительство помимо того, что оно, как всегда, устанавливает правила игры и занимается управлением общества, теперь выполняет еще одну функцию – оно обеспечивает необходимые ресурсы для стимулирования научно-исследовательской и инновационной деятельности в университетах.

А промышленные предприятия помимо своего традиционного направления – производства продукции – теперь размещают свои структурные единицы на территориях научных парков тех же университетов. Это позволяет предприятиям находиться в более тесном контакте с академическими исследовательскими группами, дает больше возможностей для разработки новых товаров, найма нужных сотрудников и отслеживания научных открытий, имеющих коммерческое применение. Впервые опыт объединения этих трех элементов спирали произошел во времена экономического кризиса.

2. Рассмотрим все закономерности в порядке следования применительно к модели ТС. В результате труда ученых, создающих новые знания, возникает и усиливается по амплитуде спираль  $U$ -компоненты, которая по мере изученности научной проблемы замедляет свой рост и амплитуда ее выходит на насыщение. 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 трансфера технологий, получения патентов, создания технологических фирм и предприятий. Тем самым достигаются пороговые условия для возникновения спирали  $B$ -компоненты, которая усиливается с ростом числа патентов и производственных предприятий, использующих знания, созданные при развитии  $U$ -спирали. Вследствие рыночного регулирования (баланс спроса и предложения, конкуренция) этот рост не может продолжаться бесконечно, так что рост  $B$ -компоненты замедляется и ее амплитуда выходит на насыщение. Вместе с тем, в силу тех же рыночных условий, происходит гибель, «рекомбинация», производственных предприятий. Здесь становится особенно важной способствующая инновационному развитию активность третьей,  $G$ -компоненты, направленная на уменьшение гибели наукоемких производственных фирм.

При определении роли университетов в модели ТС нас, прежде всего, интересует пороговый характер возникновения спиральных генераций. На неразработанном поле инновационной тематики, выбранной учеными и благодаря их труду, в результате аккумуляции научного материала создаются пороговые условия для возбуждения спирали,

имеющей наиболее низкий, среди всех возможных спиралей, порог возбуждения – это спираль *U*-компоненты. На этом этапе еще не существует предпосылок, пороговых условий, для возбуждения других спиралей, *B*-компоненты и *G*-компоненты. В этом процессе основную роль играют университеты, создавая предпосылки для возникновения *B*-компоненты. Без развития *U*-компоненты появление *B*-компоненты в модели ТС невозможно. Эти предпосылки появляются при достижении достаточно больших, соответствующих пороговым для возникновения *B*-компоненты, значений объема знаний в выбранной области научных исследований. Здесь возникают условия для трансфера знаний и технологий и создания технологических фирм и предприятий.

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 преваляющую 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.

***Практическое занятие № 12 (2 часа). Формирование инноватики, как новой междисциплинарной области знаний. Высокий уровень российской фундаментальной науки в сочетании с низким инновационным «сопровождением» этих результатов прикладной наукой и разработками.***

1) Стратегический курс развития страны обозначен двумя ключевыми задачами: модернизация и инновация. По своей сути – это понятия одного порядка, но, если *модернизация* характерна для индустриального общества, то *инновация* характеризует более высокую ступень его развития, когда наука реально становится главной производительной силой. Реалии сегодняшнего дня свидетельствуют в пользу модернизации производства. Однако для преодоления технологического отставания России необходимо ускорение инновационных процессов. Для этого формируется национальная инновационная система, создается инновационная инфраструктура, готовятся специалисты, способные коммерциализировать и воплотить в жизнь новые технологии, – инноваторы. Инноватика – это организация процессов превращения научно-технических достижений в новые конкурентные технологии, товары и услуги с лучшими потребительскими свойствами.

Непрерывное обучение личности на протяжении всей жизни с регулярным тестированием результатов на базе инновационных технологий является главным направлением развития постиндустриального общества и формирует новый социальный запрос для системы образования России.

Цель образования в сфере инновационной деятельности — обеспечить интеллектуальное, культурное, профессиональное сопровождение жизненного цикла инновационно активной личности, соответствующей требованиям общества и стратегии социально-экономического развития России.

Для достижения указанной цели необходимо решение следующих задач:

- развитие системы ценностей и потребностей, составляющих инновационную культуру человека, общества и бизнеса;
- формирование многоуровневой системы требований к компетентности кадров для ИД в социально-экономической среде;
- разработка и внедрение в образовательную среду многоуровневой системы образовательных программ;
- формирование на базе существующих учреждений образования ресурсной базы регионов и инновационно активных бизнес-структур, институциональной базы, соответствующей уровню поставленной цели и задачам;
- подготовка преподавателей-профессионалов для кадровой поддержки системы непрерывного образования;
- разработка системы управления качеством подготовки специалистов для ИД;
- создание механизмов для финансового обеспечения системы непрерывного образования в области ИД из бюджетных и внебюджетных источников.

Перечисленные цели и задачи образования в сфере ИД предъявляют высокие требования к качеству подготовки специалистов и не достижимы без внедрения инновационных форм и методов организации образовательного процесса.

2) В России сохраняется довольно масштабный научно-технологический потенциал: пока еще проводятся исследования по относительно широкому спектру областей науки и техники.

2. Имеются существенные заделы по отдельным направлениям науки и технологическим разработкам.

Это положение подтверждается так называемым индексом научной специализации – соотношением доли публикаций российских авторов по конкретной области науки со среднемировым уровнем. Россия входит в число лидеров по ряду важнейших направлений и разработок, в том числе в таких областях как: нанотехнологии, атомная и водородная энергетика, энергосберегающие системы, разработки прикладных программ, охрана окружающей среды

Индекс научной специализации рассчитывается как отношение доли соответствующей области науки в совокупности научных статей, опубликованных авторами из данной страны в ведущих научных журналах мира, к ее же доле в общем числе содержащихся в них статей [7]:

$$ISS_U = \frac{A_{it}}{\sum_i A_{it}} \bigg/ \frac{WA_{it}}{\sum_i WA_{it}}, \quad (1)$$

где  $ISS$  - индекс научной специализации страны в области  $i$  в году  $t$ ;

$A_{it}$  – число статей в области  $i$ , принадлежащих национальным авторам, в научных журналах, реферируемых в базе данных  $SCI/SSCI$ , в году  $t$ ;

$W_{it}$  –общее число статей в области  $i$  в научных журналах, реферируемых в базе данных *SCI/SSCI*, в году  $t$ .

Аббревиатуры *SCI* – *Science Citation Index*; *SSCI* – *Social Sciences Citation Index*.

3. Россия пока еще имеет значительный кадровый потенциал в сфере НТК (качество которого, правда, уменьшается). Численность персонала, занятого исследованиями и разработками в России – одна из самых высоких в мире. Россию по этому показателю опережают только КНР и США. При этом Россия находится по этому показателю на уровне одного из признанных мировых технологических лидеров – Японии, и существенно опережает крупнейшие европейские страны (ФРГ, Франция, Италия).

4. Наличие по отдельным направлениям уникальной научной, экспериментальной и испытательной базы.

***Практическое занятие № 13 (2 часа). Физическая экономика. Принципы физической экономики в решении задачи моделирования Тройной спирали. Спиральные волны и их взаимодействие в плазме полупроводников как аналог спирального взаимодействия в модели Тройной спирали.***

Физическая экономика. Основатели: Лейбниц, Ларуш, Конторов

1) Краткая предыстория использования методологии физики в экономике. Основания заложены Лейбницем в работах 1671-1716 гг. Статья «Общество и экономика»(1671 г.)- изучены вопросы реальной стоимости и оплаты производительного труда. Лейбниц первым синтезировал физику и экономику, развитый им подход сейчас стал отдельной наукой, называемой физической экономикой.

2) Суть физической экономики, по мнению Л. Ларуша (1992), в том, что она «предлагает отойти от монетаристских взглядов на суть вещей и перейти к физическим параметрам оценки экономической деятельности человечества. Физическая экономика во многих своих аспектах опирается на аналогии между процессами, происходящими в неживой природе и изучаемыми физикой, и процессами, происходящими в человеческом социуме и изучаемыми экономикой.

3) Мнение Д.Конторова и др. (1999): «Физическая экономика позволяет использовать физические аналогии как прогнозный инструмент экономических исследований». Методология физической экономики состоит «... в модельном исследовании экономических процессов... Гносеологической основой физической экономики является единство мира».

Параллельно с методологией физической экономики широко распространено применение в экономике тех же математических методов исследования и анализа, которые успешно используются в физике. Все это привело к формированию в 90-х годах XX века нового научного направления, получившего название "эконофизика". Несколько российских университетов открыли специальные курсы по эконофизике. В 2004 г. на физическом факультете Санкт-Петербургского Государственного Университета начали готовить физиков по специальности «"Информационные технологии, эконофизика и менеджмент сложных систем"».

В физической экономике рассматриваются прямые физико-экономические аналогии и ищутся взаимосвязи между основными и производными физическими и экономическими величинами.

Исключительно высокую квалификацию Л. Ларуша подтвердили его долгосрочные экономические прогнозы. Линдон Ларуш получил всемирную известность аналитика, чьи

прогнозы оказываются исключительно точными, благодаря своему открытию физических закономерностей в экономике.

Ларуш ввел в физическую экономику аксиоматически нелинейные понятия индивидуального человеческого познания (подробнее об этом – на сайте [www.larouchepub.com/russian/bulletins/sib5/sib5d.html](http://www.larouchepub.com/russian/bulletins/sib5/sib5d.html)).

4) Модель Тройная спираль приобрела популярность в современной инноватике. Это модель инновационного развития, основанная на взаимодействии университетов, бизнеса и власти. У каждой компоненты этой модели есть свои собственные характеристики и параметры измерения. Математические методы позволяют исследовать компоненты по отдельности, но это невозможно для сфер пересечения и взаимодействия компонент. Использование аналогий помогает пониманию сложной модели Тройной спирали. Существует явление спиральной неустойчивости плазмы конденсированных сред и биоплазмы растительных экосистем, которая характеризуется подобием формы и качественной аналогией модели Тройной спирали. Качественное рассмотрение аспектов модели Тройной спирали по аналогии с хорошо изученными закономерностями спиральной неустойчивости облегчает понимание механизмов модели Тройной спирали.

В модели ТС каждая спираль по отдельности представляет собой самостоятельный процесс и имеет уникальное качество и свои специфические величины – измерительные параметры. При этом для каждого процесса ТС существуют достаточно развитые теории, объясняющие динамику его развития. Для *U*-компоненты (university) применимы принципы библиометрии и наукометрии и соответствующие измерительные показатели: количество заявок на получение патентов, число полученных патентов, количество публикаций в рецензируемых журналах и индексы цитирования. В нашем случае спираль *U*-компоненты мы будем понимать шире, чем было задумано автором [1] и будем включать сюда в том числе, академическую науку. Под *B*-компонентой (business), прежде всего, будем понимать технологический бизнес (industry) [1], ориентированный на внедрение в промышленность наукоемкой продукции, поступающей от *U*-составляющей. Для *B*-компоненты – это экономические модели и эволюционный подход и соответствующие измерительные показатели. Для *G*-компоненты (government) – анализ политической деятельности государства и ее влияния на развитие *U*- и *B*- составляющих ТС.

Результативность *U*-компоненты, выраженная в количестве печатных работ и ссылок на них, при пересечении науки с технологическими нововведениями определяет количество патентов. Количество созданных на основе патентов или ноу-хау высокотехнологичных предприятий и оценка их эффективности экономическими показателями дает информацию о развитии *B*-компоненты. Эти данные являются первичными статистическими данными и эффективно учитываются методами дескриптивной статистики: наблюдение, учет и сводка статистических данных, последующая группировка первичных данных по группировочным признакам и дальнейший анализ для выявления закономерностей. Соответственно, в выбранных рамках анализа, например на региональном уровне, обязательно необходим сбор, учет и накопление указанных статистических данных, что позволит эффективно исследовать развитие *U*- и *B*- составляющих по отдельности. Однако статистический анализ взаимодействия *U*- и *B*- составляющих ТС затрудняется несовпадением группировочных признаков в статистике *U*-компоненты и в статистике *B*-компоненты.

Анализ взаимодействия *G*-компоненты с остальными процессами ТС возможен на основе влияния на их развитие принятых национальных и региональных решений (особые экономические зоны, технопарки и инкубаторы, законы) и прямого государственного финансирования академической науки, университетских инновационно-образовательных

программ и поддержки малого технологического бизнеса. Этот анализ так же, в конечном счете, сводится к статистическому анализу вызванного  $G$ -влиянием роста числа публикаций, индексов цитирования, количества патентов, числа наукоемких предприятий, объемов выпускаемой ими новой продукции и других экономических показателей.

И здесь тоже имеются свои трудности, например, связь между результатами инновационной деятельности и затратами на нее однозначно не установлена, известно только что связь эта нелинейная. Поэтому непосредственное сопоставление показателей  $U$ -компоненты с величиной затрат на исследования и разработки не дает оценки уровня инвестиций для развития целостной системы ТС.

Анализ процессов ТС, рассмотренный выше, опирается на математический аппарат, включающий дифференциальные уравнения для экономических моделей, методы статистических наблюдений и группировки, регрессионный анализ, спецметоды наукометрии и библиометрии. Этот аппарат, подходящий для соответствующих компонент по отдельности, слабо подходит для анализа пограничных областей, в которых происходит взаимодействие компонент. Трудности, с которыми сталкивается исследователь модели ТС, лишней раз подчеркивают сложность изучаемой среды. В подобных случаях, когда явным образом затруднительно получить решение задачи, иногда прибегают к методу аналогий.

Например, явление винтовой (спиральной) неустойчивости (ВН) электронно-дырочной плазмы, известное так же как осциллисторный эффект, характерно не только подобием спиральной формы, но и качественной аналогией модели «трех винтов» – ТС. ВН – это возникновение и усиление спиральных волн плотности полупроводниковой электронно-дырочной плазмы  $n_1(r, z, \varphi)$ , которые имеют вполне конкретный математический вид:

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

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.

Примечательно, что недавно спиральная неустойчивость была обнаружена и исследована в плазме живой самоорганизующейся материи в растительных экосистемах. Биоплазма исследовалась в образцах подсолнечника, сои и пшеницы [5]. В нашем случае этот факт определенным образом показывает справедливость междисциплинарного подхода, использующего метод аналогий. Для модели ТС характерно использование биоаналогий, начиная с самого названия модели. Как отмечено в работе [4] теория ТС была создана путем синтеза ряда социологических теорий, а также заимствований и аналогий из биологических наук.

Спиральные волны плотности плазмы возникают и усиливаются под совместным действием 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  $E_{\perp} \sim E$  усиливает амплитуду спиральной волны.

Хорошо изученные закономерности развития ВН [6,7] способствуют пониманию качественных закономерностей развития в модели ТС. Эти закономерности, которые можно отметить в первую очередь, следующие:

- 1) возникновение ВН носит пороговый характер, то есть происходит при достижении  $B$  и  $E_{\perp} \sim E$  пороговых значений, достаточных для появления основной спирали  $m = 1$ , имеющей наиболее низкий порог возбуждения;
- 2) амплитуда основной спирали растет с ростом  $B$  и  $E$  выше пороговых  $B_{п}$  и  $E_{п}$  и соответствующим ростом надкритичностей  $\Delta_{E=const}=(E-E_{п})/E_{п}$  и  $\Delta_{B=const}=(B-B_{п})/B_{п}$ ;
- 3) при значительном выходе за порог при каждой надкритичности (по  $E$  или по  $B$ )  $\Delta_{E,B} \gg 1$  возбуждаются спиральные волны с  $m = 2$  и  $m = 3$ , порог возбуждения которых больше порога основной гармоники  $m = 1$  и амплитуды которых тоже возрастают с ростом соответствующих им надкритичностей  $\Delta_{E,B}$ . Конфигурация возмущений приобретает, соответственно, вид двух или трех спиралей, взаимодействующих друг с другом;
- 4) амплитуды каждой из спиральных волн стремятся к насыщению или выходят на насыщение при значительном выходе за порог их возбуждения, когда  $\Delta_{E,B} \gg 1$ ;

5) в «объемном» осцилляторе, лучшим образом подходящем к модели ТС, снижение скорости рекомбинации электронов и дырок на поверхности полупроводника снижает порог ВН и способствует усилению и развитию спиральных волн. «Объемным» называется осциллятор, в котором спиральные волны возникают во всем объеме полупроводникового образца.

Качественное подобие закономерностей развития и взаимодействия спиралей в модели ВН и в модели ТС представлено в таблице 1, в которой сопоставляются известные закономерности ВН и их качественное воплощение в модели ТС.

Таблица 1

Спиральная неустойчивость	Тройная спираль
1) Пороговый характер возникновения спиральных волн	
При достижении пороговых значений $B$ и $E_{\perp} \sim E$ возникает основная спираль с угловым числом $m = 1$ .	В результате труда ученых, создающих новые знания на неразработанном поле инновационной тематики, при достижении порогового объема знаний первой возникает основная спиральная $U$ -компонента.
2) При значительном выходе за порог образования основной спирали происходит образование и усиление новых спиральных гармоник	
При $\Delta_{E,B} \gg 1$ возникают и развиваются спиральные волны с угловыми числами $m = 2$ и $m = 3$ .	Развитие активности спиральных $B$ - и $G$ -компонент.
3) Для каждой спиральной компоненты при значительном выходе за порог возбуждения рост амплитуды замедляется и/или амплитуда выходит на насыщение	
Выход на насыщение при значениях надкритичности $\Delta_{E,B} \gg 1$	Замедление роста $B$ -компоненты вследствие рыночного регулирования.
4) Диссипативное влияние окружающей среды	
Рекомбинация электронов и дырок на поверхности полупроводника повышает порог ВН, что ведет к ослаблению и гашению винтовых волн.	В силу рыночных условий – гибель, «рекомбинация», малых производственных предприятий.

## Литература

1. Введение в инноватику: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Инноватика" /А.Н. Асаул [и др.]; [под ред. А. Н. Асаула]; Ин-т проблем экон. возрождения, С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т .— Санкт-Петербург : ИПЭВ, 2010.
2. А.Ф.Кравченко. История и методология науки и техники .– Новосибирск: Издательство СО РАН, 2005.– 360 с.
3. И.Н. Корабейников, А.А. Синюков. Устойчивое развитие региональной экономики знаний на основе научно-технического прогресса // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. № 4 .– 2011.– с.15 – 22.
4. Дробот П.Н. и др. Превалирующая роль университетов в модели тройной спирали // Инновации .– 2011 .– №4 .– с.93-96.
5. Д. С. Конторов, Н. В. Михайлов, Ю. С. Саврасов. Введение в физическую экономику. //Радио и связь, 2001 г.
6. Д.С. Конторов, Н.В. Михайлов, Ю.С. Саврасов. Основы физической экономики (Физические аналогии и модели в экономике). Москва «Радио и связь».– 1999.
7. Сенченков А.П. Техника физического эксперимента: Измерение электрических величин. Работа с высоким напряжением и ядерными излучениями. Вакуумная техника.– Москва: Энергоатомиздат.– 1983.– 240 с.