



**УНИВЕРСИТЕТ  
ЛОБАЧЕВСКОГО**  
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# **НАУКОМЕТРИЯ. ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Институт аспирантуры и докторантуры  
проф. Б.И. Бедный**

**май 2023**

Прием на работу,  
конкурсные избрания



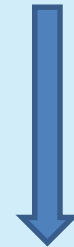
Стимулирующие выплаты



Научные гранты  
(заявки, отчеты)



Количество научных статей  
Импакт-факторы журналов, в которых эти статьи опубликованы  
Цитируемость публикаций



Прием на работу,  
Выделение научных грантов  
Отчеты по выполненным проектам  
Создание диссертационных советов  
Защиты диссертаций

Наукометрия играет важную роль в оценке результативности научной деятельности,

## **НО:**

- Наукометрические показатели не должны использоваться в качестве единственного критерия при оценке работы исследователей (как бы ни хотелось это чиновникам...)
- Наукометрия - это лишь набор инструментов при формировании взвешенных экспертных суждений.
- Далеко не все, кто оперирует наукометрическими данными, имеют ясное представление об их смысле и значимости.

## **ПОЭТОМУ:**

- Необходима предварительная тренировка в обращении с наукометрическими данными.
- Без критического анализа целесообразности применения тех или иных показателей можно лишь навредить делу.

**Содержание и организация работы по курсу.**

**Литература для самостоятельной работы.**

**Порядок аттестации**

## **Введение**

Наукометрия – это раздел науковедения (Science of Science).  
История возникновения науковедения, объект и предмет науковедения.

## **Тема 1. Общие вопросы науковедения: Язык, Терминология**

Научное сообщество. Научная профессия. Научная дисциплина.  
Научные специальности. Представление (упаковка) научных знаний.  
Наукометрия. Библиометрия. «Невидимый колледж».  
Фундаментальные и прикладные исследования.  
Междисциплинарные и мультидисциплинарные исследования.

## Тема 2. Общие вопросы науковедения: количественные закономерности развития науки (теория развития науки)

Индикаторы науки. Закон ускоренного (экспоненциального) развития науки. Экспонента или логиста? Концепция Прайса. Механизмы адаптационного торможения науки.

## Тема 3. Наукометрия: оценки результативности научной деятельности

Научный коллектив: проблема возраста. Проблемы подготовки научных кадров. Научная продуктивность. Распределение Ципфа-Лотки. Показатели цитирования. Импакт-факторы научных журналов. Индекс Хирша. Экспертные оценки и/или наукометрические показатели?

**ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТОВ ИЛИ ЭССЕ ПО ВЫБРАННОЙ ТЕМЕ**

**КОЛЛЕКТИВНОЕ ОБСУЖДЕНИЕ НА СЕМИНАРАХ ВАШИХ ДОКЛАДОВ ПО ПОДГОТОВЛЕННЫМ РЕФЕРАТАМ ИЛИ ЭССЕ (ВЫСТУПЛЕНИЯ С ПРЕЗЕНТАЦИЯМИ!)**

**ТЕКСТЫ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ (РЕФЕРАТОВ, ЭССЕ) НАПРАВЛЯЮТСЯ ПО АДРЕСУ:  
OSTAPENKO.UNN@GMAIL.COM**

# ОФОРМЛЕНИЕ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ДЛЯ ЭССЕ И РЕФЕРАТА



УНИВЕРСИТЕТ  
ЛОБАЧЕВСКОГО  
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского  
Институт аспирантуры и докторантуры

Дисциплина: «Наукометрия. Оценки результативности научной  
деятельности»

**Название Вашей работы**  
(эссе, реферат)

**А.А. Иванов**

аспирант 3-го года обучения, радиофизический факультет

Нижний Новгород, 2023

- Фундаментальные и прикладные исследования
- Специфика междисциплинарных (мультидисциплинарных) исследований
- Наука и общество
- Наука и бизнес. Проблемы коммерциализации результатов исследований и разработок
- Финансирование науки (статистика, социология, сравнительный анализ разных стран)
- Научная деятельность. Научные и научно-педагогические работники: престижность профессии, динамика численности, материальное положение ученых
- Состояние и проблемы российской науки
- Проблемы подготовки кадров высшей квалификации для науки, высшей школы, наукоемких отраслей экономики
- Аспирантура как третий уровень высшего образования: влияние организационных изменений на качество подготовки научных и научно-педагогических кадров



- Наукометрия и экспертиза в управлении наукой
- Роль наукометрии в выборе научных и технологических приоритетов (государства, отрасли, ведомства, организации)
- Как выявляются и оцениваются научные достижения и научная продуктивность?
- Формализованные методы оценки продуктивности научных организаций и отдельных ученых
- Библиометрические показатели публикационной активности университетских преподавателей
- Почему нельзя применять единые оценки эффективности в различных областях научного знания?
- Публикационная гонка и качество научных текстов
- Импакт-факторы научных журналов = качество научной продукции?
- Роль наукометрических показателей в университетских рейтингах
- «Процентиль», «индекс Херфиндаля»: в чем смысл этих показателей?
- Наукометрия и принцип Гудхарта



- 1) тема должна быть Вам интересна
- 2) цель доклада: высказать обоснованное суждение по одному из вопросов, связанных с развитием науки и/или оценкой результативности научной деятельности
- 3) жанр «эссе» предполагает свободную форму изложения материала; «реферат» имеет структуру научной статьи

1. Прайс Д. Малая наука, большая наука // Наука о науке, М.: Изд-во «Прогресс», 1966.
2. Налимов В.В., Мульченко З.М. Наукометрия. М.: Наука, 1969, 192 с.
3. Хайтун С.Д. Наукометрия. Состояние и перспективы. М.: Наука, 1983, 344 с.
4. Бедный Б.И., Миронос А.А., Сорокин Ю.М., Сулейманов Е.В. Наука и научная деятельность: организация, технологии, информационное обеспечение. Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2013, 228 с. Глава 2, конспект лекций. URL: <http://www.phd.unn.ru/?p=8522>
5. Бедный Б.И., Половинкина Е.О., Рыбаков Н.В. Измерения результативности научной деятельности. Учебно-методическое пособие.– Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2017. <http://www.phd.unn.ru/?p=8522>
6. Акоев М.А., Маркусова В.А., О.В. Москалева, Писляков В.В. Руководство по наукометрии: индикаторы развития науки и технологии. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2021 (второе издание) [https://clarivate.com/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2021/05/russian\\_scientometrics\\_book\\_2021.pdf](https://clarivate.com/wp-content/uploads/dlm_uploads/2021/05/russian_scientometrics_book_2021.pdf)

- Управление большими системами / Сборник трудов. Специальный выпуск 44 – Наукометрия и экспертиза в управлении наукой / [под ред. Д.А. Новикова, А.И. Орлова, П.Ю. Чеботарева]. М.: ИПУ РАН, 2013. – 568 с.  
[http://ubs.mtas.ru/archive/index.php?SECTION\\_ID=685](http://ubs.mtas.ru/archive/index.php?SECTION_ID=685)
- Сократ. Журнал современной философии. Измерения науки. Сентябрь 2016. <http://socratonline.ru/uploads/socrat-special-2016.pdf>
- Игра в цифры, или как теперь оценивают труд учёного. – Московский Центр непрерывного математического образования. – 2011. — 72 с.  
<https://www.mccme.ru/free-books/bibliometric.pdf>
- Акоев М.А., Маркусова В.А., О.В. Москалева, Писляков В.В. Руководство по наукометрии: индикаторы развития науки и технологии. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2021 (второе издание) [https://clarivate.com/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2021/05/russian\\_scientometrics\\_book\\_2021.pdf](https://clarivate.com/wp-content/uploads/dlm_uploads/2021/05/russian_scientometrics_book_2021.pdf)

*Бедный Б.И., Половинкина Е.О., Рыбаков Н.В.*

*Измерения результативности научной деятельности. Методические рекомендации для подготовки к семинарским занятиям по курсу «Наукометрия. Оценки результативности научной деятельности». Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2017. – 28 с.*

<http://www.phd.unn.ru/?p=8522>

***Краткий обзор актуальных публикаций (указаны их адреса в сети), ознакомление с которыми полезно для самостоятельного изучения проблем, связанных с применением наукометрических методов для оценки продуктивности научно-педагогических работников.***

## Что такое науковедение?

Науковедение – это мультидисциплинарная область знаний, нацеленная на изучение закономерностей развития науки, научной деятельности, взаимодействия науки с обществом

### **Основоположники:**

*Джон-Десмонд Бернал ( книга «Социальная функция науки», 1939 )*

*Дирек Прайс (Количественные методы изучения науки, 1960)*

*Юджин Гарфилд (Индекс научных ссылок, 1963)*

*Василий Налимов (автор термина «Наукометрия», 1966)*

**Британский физик и социолог науки,  
общественный деятель.**

- Профессор Кембриджского и Лондонского университетов,
- Иностраный член АН СССР.
- Вице-президент Всемирной федерации научных работников
- Президент Всемирного Совета мира (1959—1965),
- Лауреат Международной Сталинской премии «За укрепление мира между народами (1953);
- Автор научных работ в области физики, кристаллографии, биохимии.



**В книге "Социальная функция науки" рассматривает науку как особый объект исследований - социальный институт, требующий отдельной науки для своего изучения.**

## Британский физик и историк науки

- Профессор истории науки в Йельском университете (США)
- Начал активно применять **количественные методы для изучения развития науки**, заложил основания современной наукометрии.
- Наиболее значительная работа - книга «Малая наука, большая наука» (1963 г.)





## Основатель Института Научной Информации (ISI) в Филадельфии.

С 1964 года ISI регулярно издает  
важнейший инструмент для количественных исследований  
науки - «Указатель научных ссылок» (Science Citation Index,  
SCI), который систематизирует информацию о наиболее  
авторитетных в мире научных журналах (более 20000  
журналов).

Современный вариант SCI – это информационный  
ресурс, с 2016 года принадлежащий компании [Clarivate  
Analytics](#) (включает базу Web of Science).

Science Citation Index (SCI)  
Impact Factor (IF)<sup>®</sup>

**TheScientist**



[Eugene Garfield](#)

Founder & Chairman Emeritus  
Institute for Scientific Information - now  
[Thomson Reuters](#)  
3501 Market Street  
Philadelphia, PA 19104, U.S.A



MyShared

Профессор МГУ, создатель  
новых научных направлений:

- химическая кибернетика,
- математическая теория эксперимента,
- **наукометрия**



Ввел в научный оборот термин «наукометрия»,  
предложил информационную модель развития  
науки (1966)

Награжден медалью Дирека Прайса

Удостоен почетного звания «Классик цитирования».

### **Науковедение – это**

**мультидисциплинарная исследовательская область, занимающаяся изучением науки, её структуры, динамики, взаимодействием науки с социальными институтами**

**для:**



- **повышения эффективности научной деятельности,**
- **разработки научно - технической политики**

- **Историю и философию** науки
- **Статистику** науки (мониторинг и анализ всего, что можно измерить - финансы, научные кадры, научные учреждения, научные публикации, ссылки на публикации, диссертации и т.д.)
- **Экономику** науки (финансовые затраты на R&D, экономическая эффективность науки)
- **Социальные функции** науки, взаимодействие науки и общества
- **Психологию** научной деятельности
- **Политику** в сфере науки и технологий,
- **Менеджмент науки** (организация и управление научной деятельностью)

## Информационная модель

Наука - самоорганизующаяся система, которая управляется своими информационными потоками.  
Развитие науки - развитие ее информационных потоков в определенных внешних условиях.

## Экономическая модель

Предмет исследования: эффективность научных исследований и разработок.

## Политическая модель

Объекты исследования:

- научно-техническая политика,
- приоритетные направления развития,
- оборонный потенциал государства.

### Социологическая модель

Множество научных работников – некая социальная группа, взаимодействующая с другими социальными группами.

Микросоциологические исследования – изучение микрогрупп, составленных по какому либо признаку (возрасту, ученой степени, должности и др.) или по совокупности этих признаков.

## Демографическая модель

Научный потенциал страны (отрасли, ведомства, организации, структурного подразделения организации) изучается как демографическая задача. Важная проблема – возрастное распределение научных кадров.

## Психологическая модель

Исследуются проблемы психологии научного творчества, типология научных работников, лидерство в науке, взаимоотношения внутри научного коллектива и др.



- **Анализ динамики индикаторов науки**
- **Кадровое обеспечение науки**
- **Разработка оптимальных форм организации науки**
- **Прогнозирование и управление развитием науки**



1. Сколько средств выделять на развитие научных исследований?
2. Как эти средства распределить между научными направлениями, научными фондами, министерствами и ведомствами, организациями, научными коллективами?
3. Как оценивать результативность научной деятельности?

## Научное сообщество. Характеристики научной профессии

- **Научное сообщество** – совокупность работников, профессионально занимающихся научно-исследовательской деятельностью
- **Цель научного сообщества и научной профессии** - увеличение массива научного знания, удостоверенного научным сообществом (экспертиза, рецензирование).

- **Автономность** - относительная независимость в подготовке и привлечении новых членов и контроле их профессионального поведения
- **Заинтересованность общества и государства в результатах деятельности ученых**
- **Специальные формы вознаграждения «внутри» профессии** – присуждение ученых степеней, присвоение ученых званий, почетных наград, членство в профессиональных обществах, редколлегиях научных журналов и др. – **механизмы признания научным сообществом**, которые влияют на мотивацию и обеспечивают рост профессионального статуса ученых
- **Наличие развитой инфраструктуры научной деятельности, системы коммуникаций** для координации и оперативного взаимодействия профессионалов и их объединений

**Профессиональные научные общества**  
*функционируют на основе определенных норм и правил:*

- Ученые советы
- Диссертационные советы
- Экспертные советы, комиссии
- Ассоциации
- Академии

**Используя собственные организационные ресурсы научные общества позволяют оперативно привлекать к экспертизе и анализу социально значимых проблем наиболее компетентных в данный момент специалистов**

**Научная дисциплина** - базовая форма организации науки, объединяющая на содержательном основании область научного знания и сообщество специалистов, занятое его производством, обработкой и трансляцией (*общность сферы интересов, методологических подходов, форм научной периодики, форм кооперации, традиций в подготовке научных работников и др.;* **примеры: физика, химия, социология, экономика и т.д.**).

- *Инвариантна относительно социально-экономического и культурного окружения и не имеет организационных альтернатив.*
- *Максимальная аналитическая единица в науковедении.*

**Научная специальность** - термин, обозначающий содержательно и организационно оформленное объединение внутри некоторой крупной научной дисциплины (**например, радиофизика «внутри» физики**).

Национальная система стандартизации РФ: Общероссийский классификатор специальностей высшей научной квалификации ОК 017-2013 от 17.12.2013, номенклатура научных специальностей

**6 областей науки:** естественные науки, технические науки, общественные науки, гуманитарные науки, медицинские науки, сельскохозяйственные науки.

**23 отрасли науки:** (ф/м, хим, биол, техн, с/х, истор., геолог.-минерал., экон., филос., филол., географ., юрид., педагог., мед., ветерин., фармацевт., психол., соц., политич., геогр., культурология, военные, искусствоведение)

**351 научная специальность**

*(новая номенклатура 2021 года, сокращение с 430 до 351 (-18,4%).*



## Распределение кандидатских диссертаций по областям науки (2013 г.)

**Естественные науки – 20%**

**Общественные науки – 20%**

**Технические науки – 19%**

**Медицинские науки – 15%**

**Сельскохозяйственные – 14%**

**Гуманитарные науки – 12%**



Научное знание должно быть представлено в дискретной форме, фрагменты которой «человекообразны», т.е. доступны одному человеку для продуктивного усвоения и работы

**Формой представления научного знания являются дисциплинарные публикации.**



Структура массива дисциплинарных публикаций - "эшелоны", находящиеся на различном удалении от переднего края (фронта) исследований

### **5 эшелонов (жанров) публикаций:**

- ✓ *тезисы* доклада на научной конференции (очень сжато – *кто? что?*)
- ✓ *статья* в научном журнале - *кто? что? как? что из этого следует?* - информация об авторах, методах, результатах и возможных приложениях
- ✓ *обзор* (систематизация и обобщение результатов, полученных разными авторами, по актуальной для дисциплинарного сообщества теме)
- ✓ *монография* (крупные проблемы)
- ✓ *учебник* («глубокий тыл», то что необходимо для подготовки специалистов)



- **Коммуникации** – это совокупность видов профессионального общения в научном сообществе для оперативного взаимодействия исследователей в их профессиональной деятельности (**конференции, симпозиумы, семинары, научная периодика, личные профессиональные общения**).
- Важная форма оперативных коммуникаций – **деловое общение группы признанных в данной научной тематике лидеров** (*обсуждение информации в научных коллективах осуществляется через лидеров*).

**Неформализованная группа исследователей,  
согласованно работающая над общей тематикой  
(это те коллеги из разных стран и организаций,  
статьи которых Вы отслеживаете и читаете).**

**Термин, введен Джоном Берналом, развернут  
Дираком Прайсом в гипотезу о коммуникаци-  
онных объединениях, имеющих устойчивую  
структуру, функции и объем**

В неформальные коллективы объединяются исследователи, работающие в разных организациях, но изучающие один круг проблем.

Незримый колледж - форма «коллективного разума», создаваемого для преодоления перегруженности информационными потоками (невозможно прочесть все, что публикуется по интересующей нас теме, поэтому следим за работами «незримого колледжа»).

За счет быстрого обмена информацией между членами коллектива повышается эффективность исследований, растет публикационная активность исследователей.

## Фундаментальные исследования

направлены на усиление интеллектуального потенциала общества путем получения **НОВОГО знания о природе и обществе** и его использования в образовании и подготовке специалистов.

Прикладные исследования ориентированы на быстрое применение научных результатов в экономике, технологии, управлении, сфере услуг и др., т.е. на **ИННОВАЦИИ**.

Тип исследовательской деятельности, предусматривающий взаимодействие в изучении одного объекта представителей разных научных дисциплин.

В междисциплинарных областях появляются особые проблемы в организации исследовательской деятельности.

- Беспилотные транспортные средства
- Биотехнологии, позволяющие увеличить продолжительность активной и здоровой жизни человека, средства лечения сложных заболеваний (**биомедицинские технологии**)
- Нейротехнологии, повышающие продуктивность человеко-машинных систем, производительность психических и мыслительных процессов
- **«Умная» энергетика**
- Финансовые технологии
- Инновационные технологии в сфере продовольствия включая биотехнологии
- **Кибербезопасность**

- **Термин "наукометрия"** ввел В.В. Налимов для обозначения **научного направления, использующего количественные методы для изучения процесса развития науки.**
- Наука как развивающийся во времени процесс характеризуется определенными количественными параметрами. Этот процесс можно изучать так же, как изучают развивающиеся во времени физические, химические, биологические процессы.
- **Центральная задача:** разработка воспроизводимых количественных измерений для изучения науки и научной деятельности.
- **Основная методологическая проблема:** что и как надо измерять для адекватного отражения интересующих нас латентных параметров науки или научной деятельности (**пример: как измерить эффективность аспирантуры?**).
- **Основные методы:** статистический (число научных организаций, ученых, научных журналов и др.); подсчет числа публикаций (число научных продуктов); цитат-индекс (число ссылок).



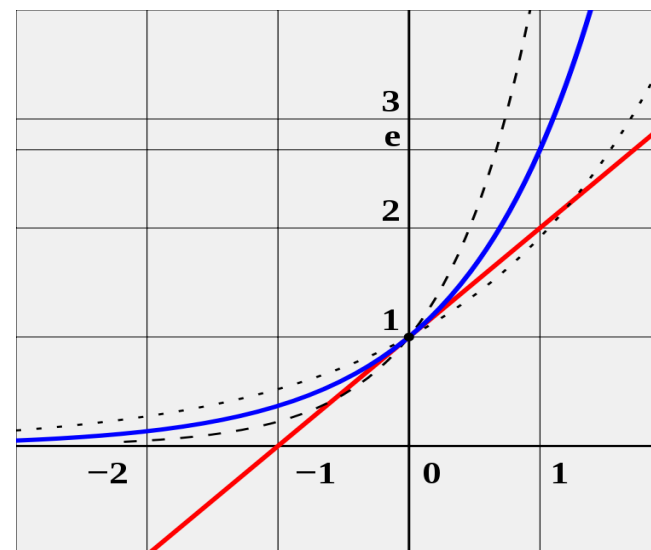
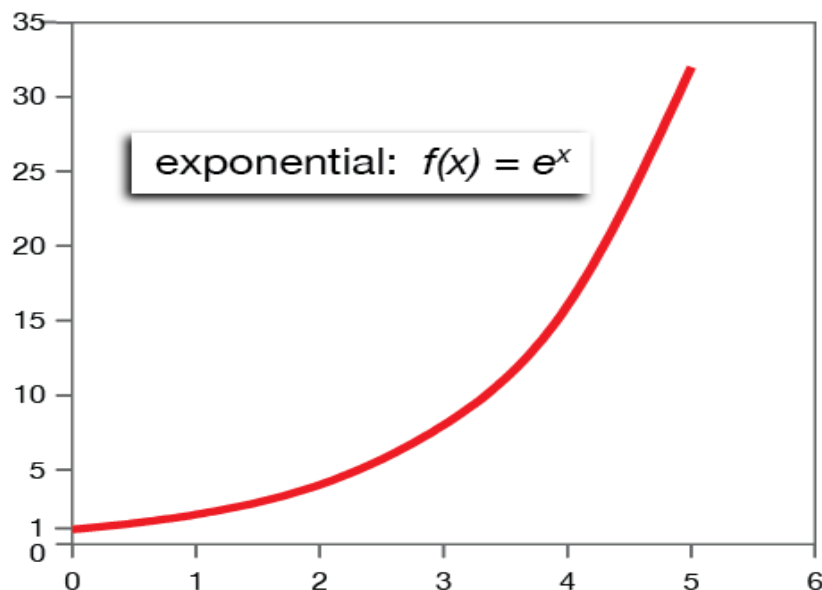
***Библиометрия*** - научное направление, использующее количественные методы исследования потоков научных документов на основе библиографических данных.

***Термин введен*** в научный оборот в 1969 году Аланом Причардом.

***Объекты изучения:*** публикации, сгруппированные по разным признакам, – странам, авторам, журналам, тематике, и проч.

### Закон ускоренного развития науки (по Прайсу)

Если найден удовлетворительный способ измерить какой-либо достаточно большой сегмент науки на достаточно большом интервале времени, то этот сегмент в нормальных условиях растет экспоненциально



**В отсутствии ограничивающих факторов скорость роста публикаций должна определяться достигнутым уровнем развития науки (т.е. текущим массивом публикаций).**

**Каждая опубликованная научная работа (идея, концепция, результат и т.д.) должна вызывать некоторое количество новых научных работ, развивающих, углубляющих или опровергающих ее. Таким образом, темп роста должен быть пропорционален текущему значению измеряемой величины.**

**Темп роста индикатора науки  $dy/dt$  пропорционален текущему значению индикатора  $y$  ( $y$  – число статей, монографий и т.д.):**

$$dy/dt = ky, \quad (1)$$

где  $k$  - ежегодный относительный прирост числа публикаций:  $k=(1/y) \cdot dy/dt$ .

Решая уравнение (1), получаем рост индикатора науки по экспоненте

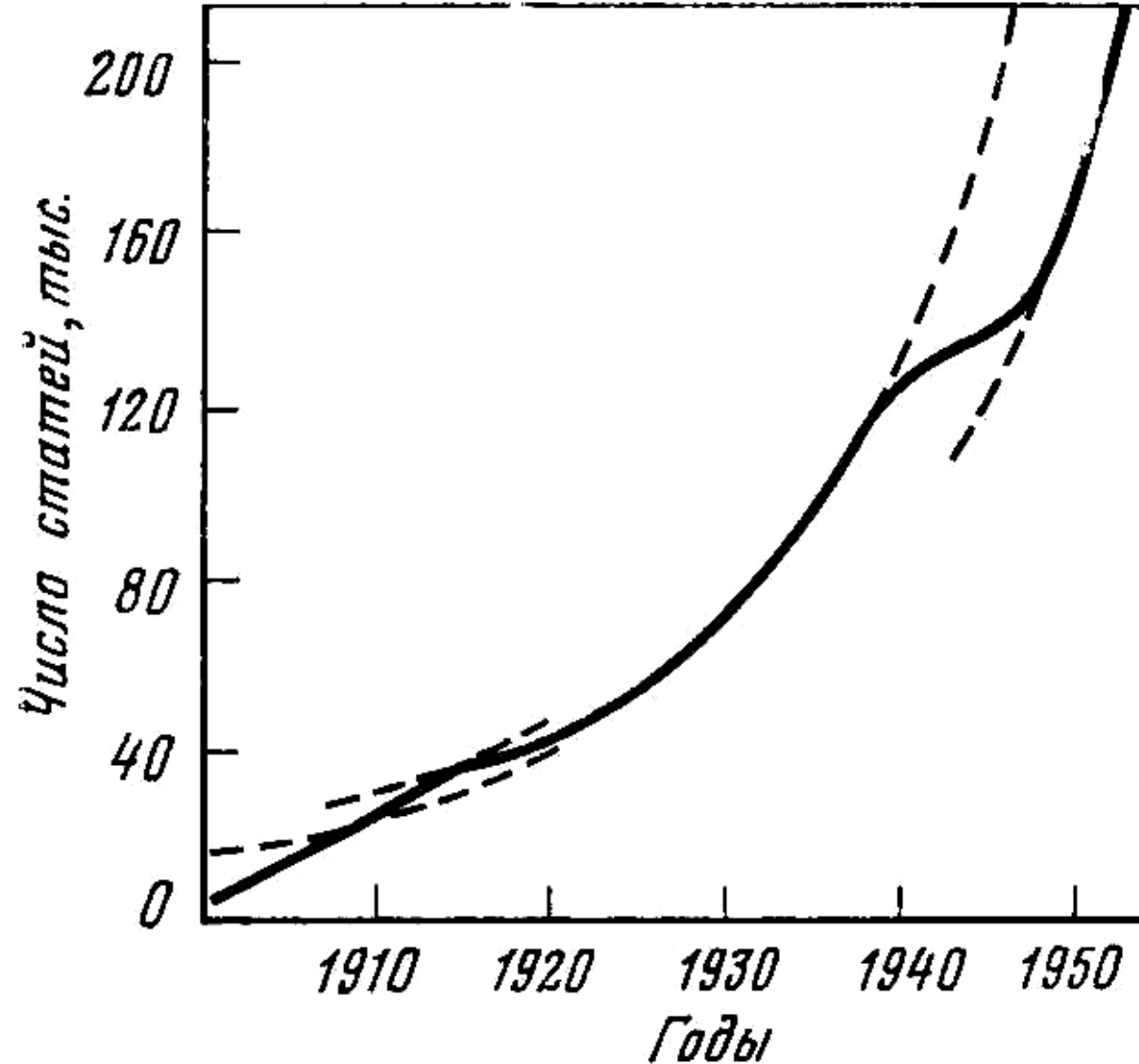
$$y=y_0 \cdot \exp(kt).$$

- Существует идеальная связь между всеми исследованиями и элементами информации.
- Закон выполняется до тех пор, пока не возникнут форс-мажорные обстоятельства, препятствующие развитию науки (**кризисы, войны и проч.**)

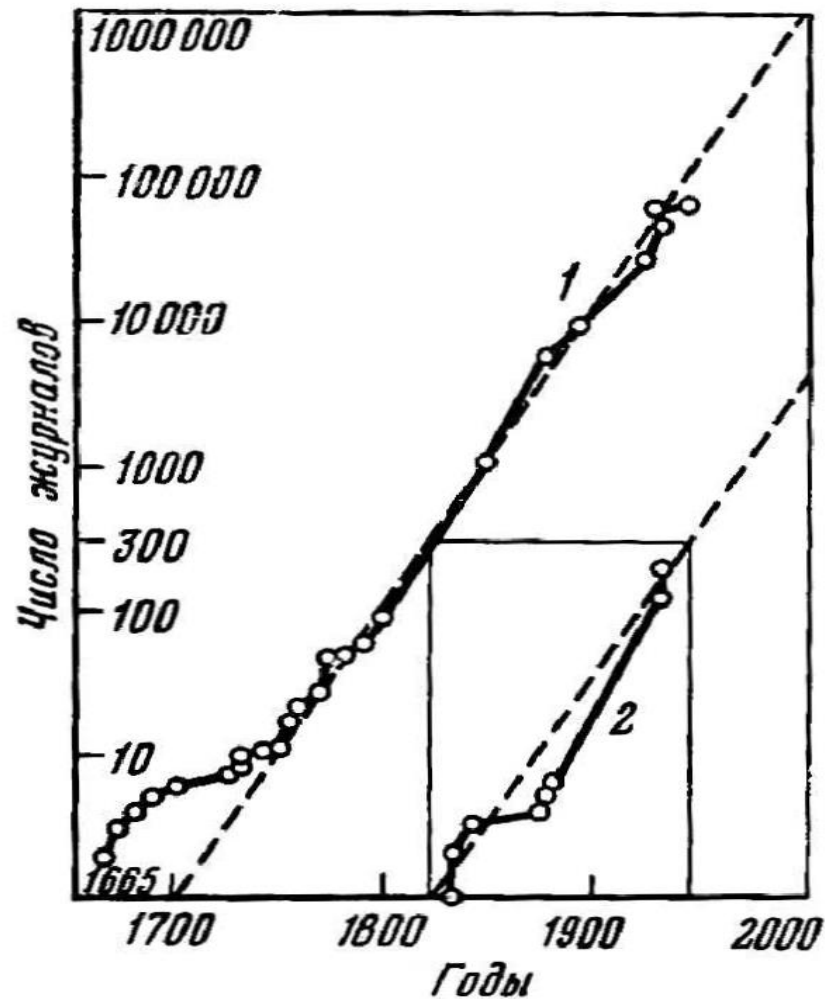
# Некоторые иллюстрации закона ускоренного роста



Рост  
суммарного  
числа  
публикаций в  
реферативном  
журнале  
«Physics  
Abstract» в  
первой  
половине XX  
века



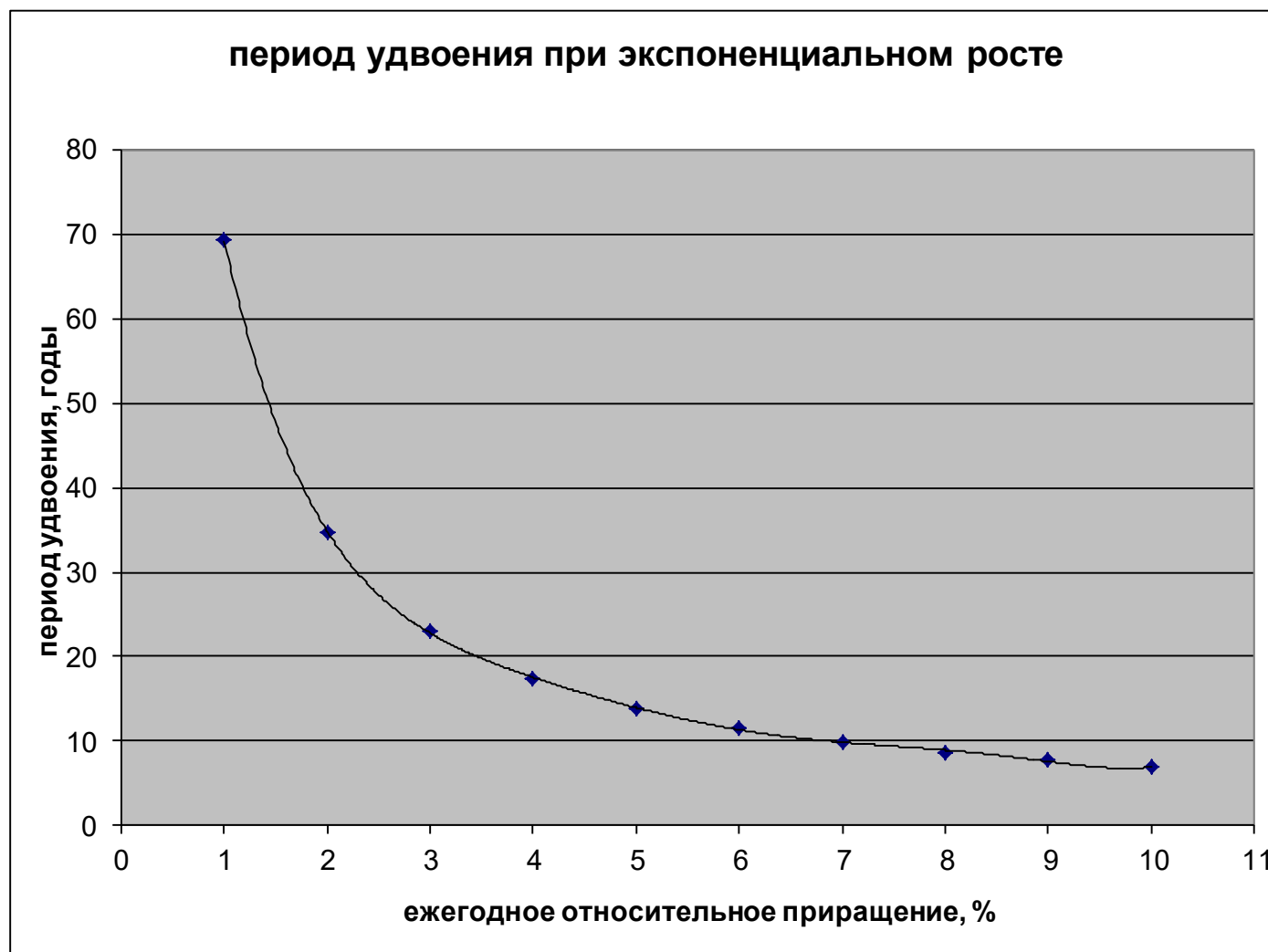
Рост числа оригинальных (1) и реферативных (2) журналов в мире  
(полулогарифмические координаты, прямая соответствует  
экспоненте)



<b>Индикаторы</b>	<b>Период удвоения (по Прайсу)</b>
<b>Население</b>	<b>50</b>
<b>Число университетов</b>	<b>50</b>
<b>Занятость (рабочая сила)</b>	<b>50</b>
<b>Совокупный национальный продукт</b>	<b>20</b>
<b>Число выдающихся ученых</b>	<b>20</b>
<b>Количество важных научных открытий</b>	<b>15</b>
<b>Численность научных работников</b>	<b>15</b>
<b>Число членов научных обществ</b>	<b>15</b>
<b>Число реферативных журналов</b>	<b>15</b>



## Зависимость периода удвоения от относительного ежегодного приращения показателя





### Следствия экспоненциального роста науки

- Подавляющая часть того, что когда-либо происходило в науке, происходит именно сейчас, на памяти живущих!
- Около 90% всех когда-либо живших ученых живут и здравствуют в настоящее время!!
- Любой человек, профессионально занимающийся наукой всю свою жизнь, может утверждать, что около 90% научных достижений всех времен произошли при его жизни и только  $\approx 10\%$  сделанного в науке предшествует его непосредственному опыту!!!

- 1. Допустим, что число ученых удваивается каждые 15 лет. В этом случае в любой 15-летний интервал на свет появляется столько же ученых, сколько их было за все предшествующее время.
- 2. Допустим, что средняя продолжительность научной карьеры ученого = 45 лет.

## Модель экспоненциального «умножения» числа ученых

В расчете на одного ученого через:

15 лет   30 лет   45 лет

1 → 2 → 4

На одного «старого» ученого через 45 лет  
приходится  $1+2+4 = 7$  новых.

$7/8 = 87,5\%$  всех ученых, когда-либо  
живших на свете, живут в настоящее время.

Коэффициент непосредственной данности  
равен  $87,5\%$ .

# АБСУРД ПРАЙСА (ПРЕДСКАЗАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ)

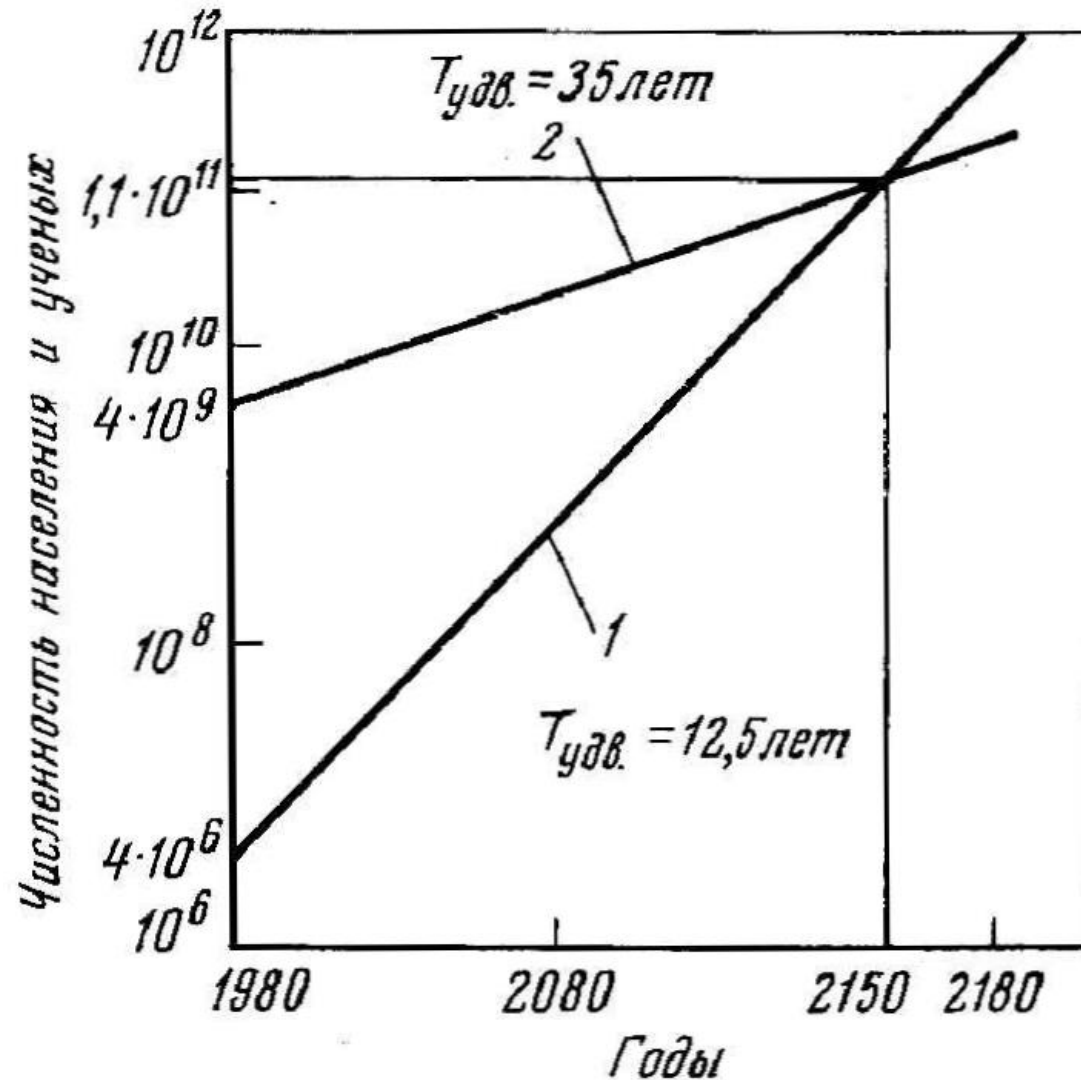
1 – численность ученых, 2 - численность населения. Координаты полулогарифмические, прямая соответствует экспоненте.

Население Земли растет по экспоненте с периодом удвоения  $\approx 35$  лет, а число ученых удваивается приблизительно каждые 12,5 лет.

Если бы такое положение вещей сохранялось, то к 2150 году все население Земли, включая грудных младенцев, состояло из ученых.

Абсурдность этого доказывает неизбежность замедления темпов роста численности ученых и перехода от экстенсивного к интенсивному развитию науки.

Экспоненциальный рост есть лишь начало логистической кривой в «другом обличье».



### Признаки изменений в развитии мировой науки в середине XX века

- Доля ВВП, выделяемая на R&D, в 60-е годы в СССР составляла 6,4% (в 1940 г. – 0,64%).
- Период удвоения научных расходов в СССР и США составлял (5-6) лет, а период удвоения ВВП – 20 лет!
- Экстраполяция: к 2000 году в СССР и США расходы на науку превысят ВВП!

**Закон роста науки должен измениться!**

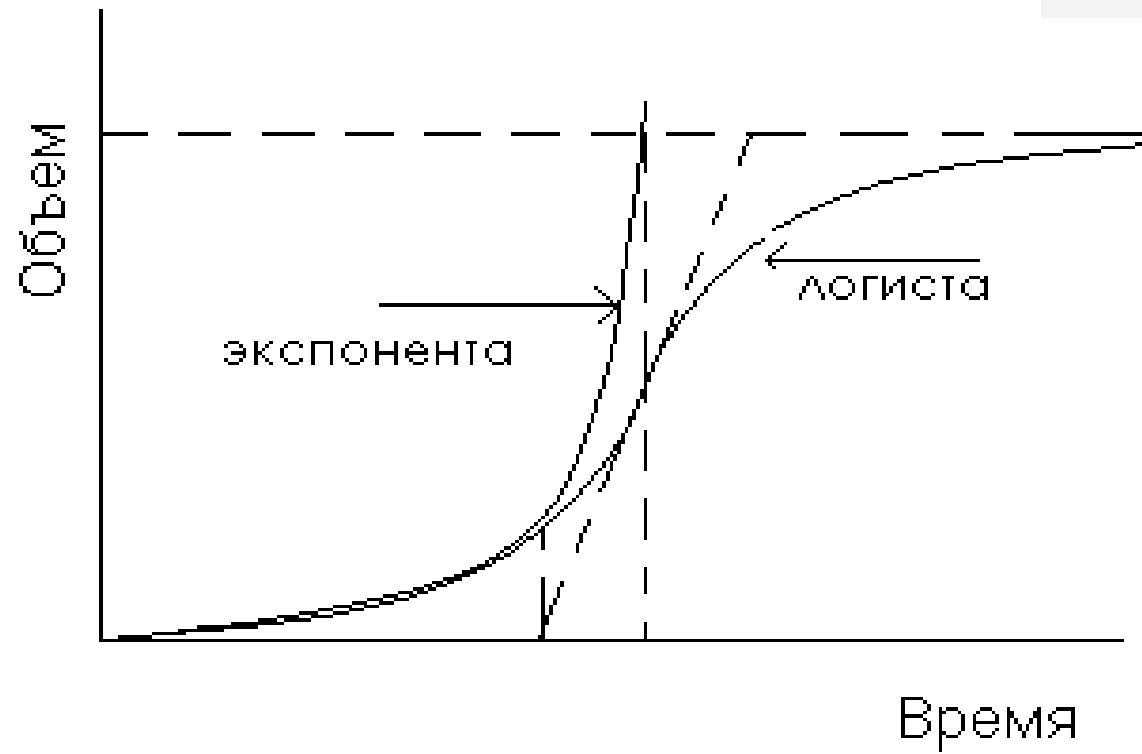


- Директ Прайс: «Экспоненциальный рост не может сохраняться сколь угодно долго из-за нехватки материальных или человеческих ресурсов».
- Механизм роста можно представить следующим дифференциальным уравнением:

$$dy/dt = ky(b-y),$$

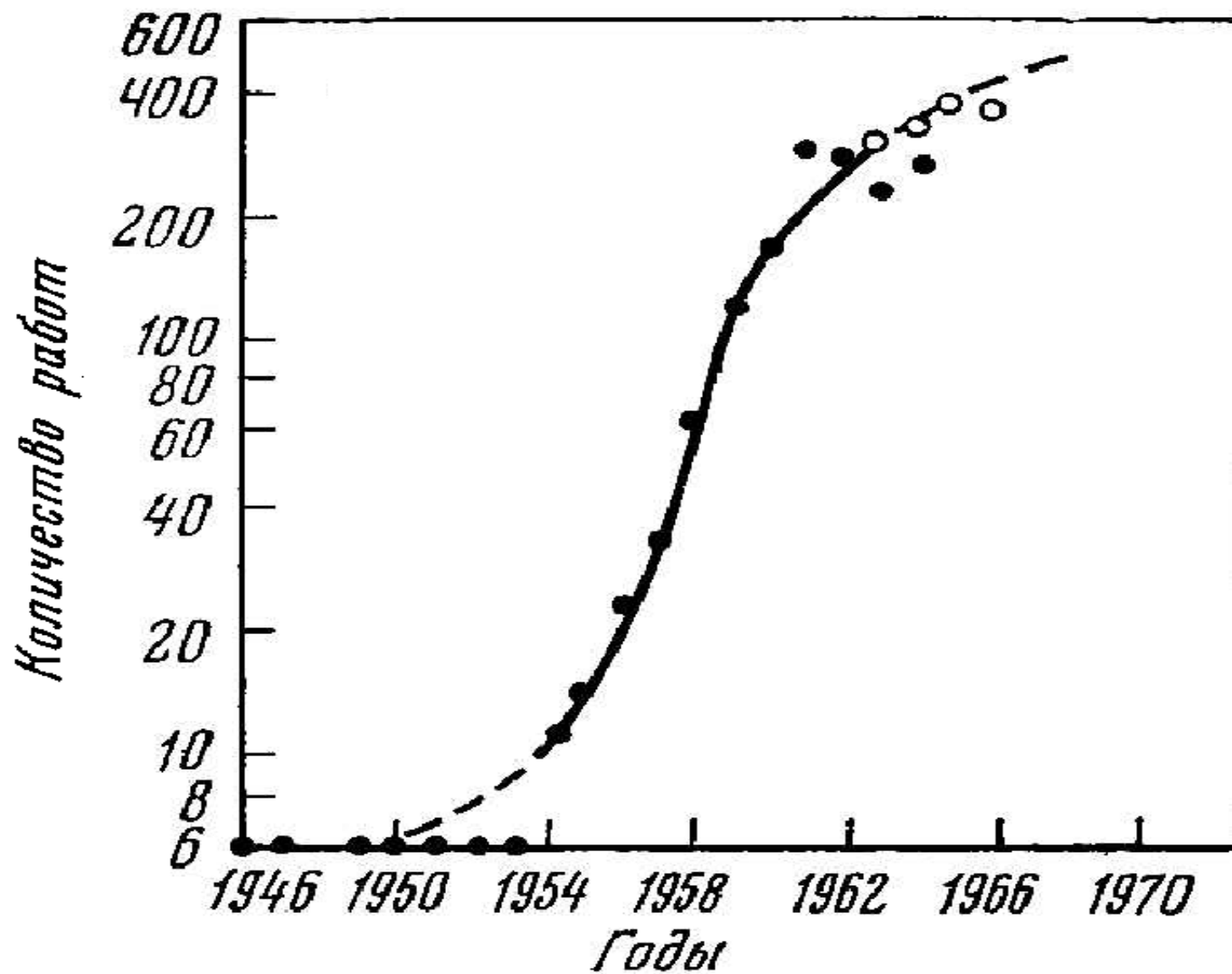
где  $b$  – максимальное значение  $y$ . Темп роста вначале постоянен (экспонента), а затем уменьшается с ростом  $y$ .

$$y = \frac{b}{1 + a \exp(-kbt)}$$

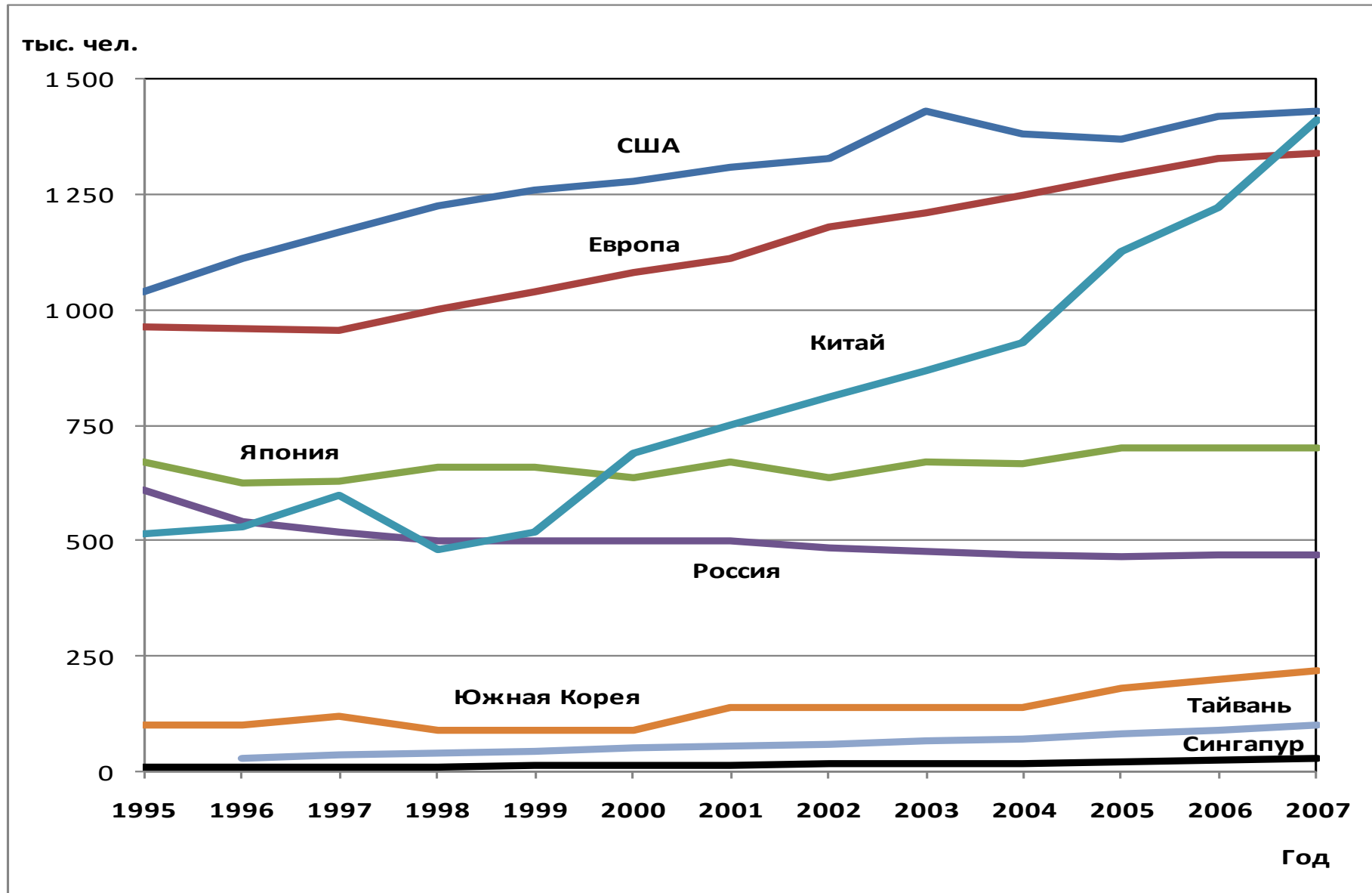




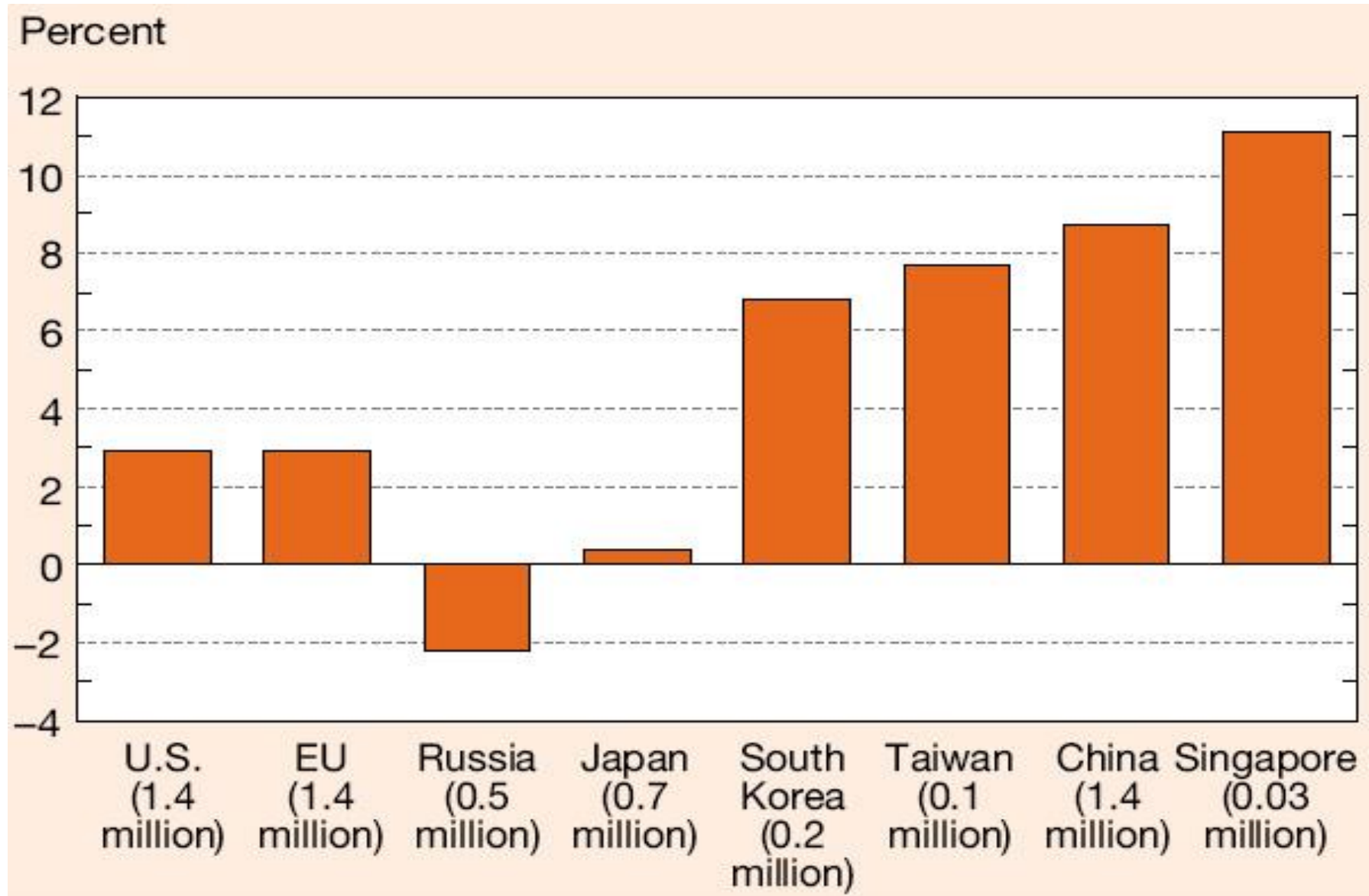
# РОСТ ЧИСЛА ПУБЛИКАЦИЙ В ОБЛАСТИ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛЕНОК

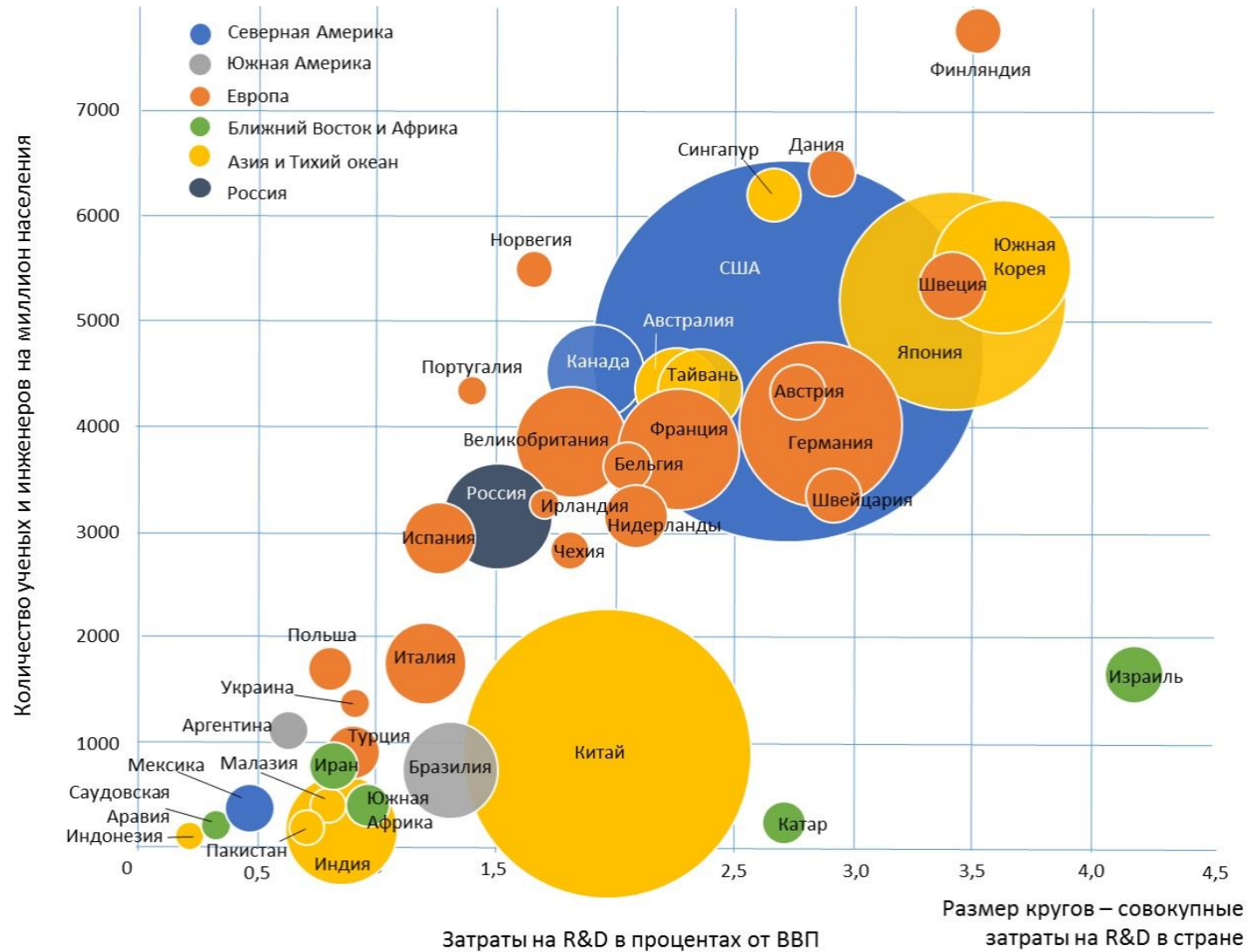


# Динамика изменения численности исследователей (тыс. человек) в разных странах мира.



# Среднегодовой прирост числа ученых с 1995 по 2007 год (в процентах за год)





Центр стратегических разработок «Северо-Запад», янв. 2016.

[http://www.csr-nw.ru/csr\\_news/russia\\_is\\_still\\_visible\\_on\\_the\\_scientific\\_map\\_of\\_the\\_world/](http://www.csr-nw.ru/csr_news/russia_is_still_visible_on_the_scientific_map_of_the_world/)



## UNESCO SCIENCE REPORT Towards 2030

Published in 2015 by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France © UNESCO 2015

1. За период 2007-2013 гг. в мире валовые внутренние расходы на R&D выросли почти на треть.
2. Больше всех вкладывают США (28,1%), Китай (19,6%) и ЕС (19,1%)..... Россия (1,7%).
3. Расходы на науку в 2013 году: США – 396.7 млрд долларов, Китай – 290.1, Япония – 141.4, Южная Корея – 64.7, Франция – 45.7, Бразилия – 31,3, Россия - 24,8.

## 1. О переходе науки от экстенсивного к интенсивному развитию

*Наука, которая в течение трех столетий опережала по темпам своего развития другие сферы человеческой деятельности, должна резко снизить темпы роста своих стандартных параметров (деньги, люди, публикации, конференции, диссертации и проч.).*

## 2. О качественных преобразованиях науки

*При этом должна возрасти эффективность науки. Задача наукометрии – модернизация системы индикаторов науки.*

- Ощущается «затоваривание» фундаментальными научными знаниями.
- Рост науки замедляет движение по маршруту «от научной идеи - к рынку товаров и услуг».
- Ощущаются проблемы в сфере научного и технологического менеджмента.

**Чем больше научный коллектив, тем больше времени тратится на обмен информацией.**

Результаты R&D пропорциональны не абсолютному, а относительному приращению числа работников

$$dy = \frac{dn}{n} \text{const},$$

$$y = k \lg n + C,$$



**Механизм адаптационного торможения передачи информации известен в психологии как закон Вебера-Фейхнера:**

**«Ощущение пропорционально логарифму раздражения».**

***Если добавить одну лампочку к люстре из двух лампочек, то кажущийся прирост в яркости будет значительным. Если же добавить одну лампочку к люстре из 12 лампочек, то мы практически не заметим прироста яркости.***

**С ростом науки возникает и растет «тормозящее поле», препятствующее росту и обеспечивающее устойчивость (обычная ситуация в системах с отрицательной обратной связью).**

Одним из следствий торможения развития науки стало старение научных кадров.

**Почему происходит «старение»?**

1. Наука стала массовой профессией.
2. Снижение финансирования науки приводит к снижению темпов роста численности ученых, а это неизбежно приводит к росту среднего возраста научных коллективов.



***Спасибо за внимание!***

Бедный Борис Ильич

Институт аспирантуры и докторантуры

Web: <http://www.phd.unn.ru/bib>

E-mail: [bib@unn.ru](mailto:bib@unn.ru)