



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ИНСТИТУТ ИМЕНИ Н.Е. ЖУКОВСКОГО

Общественный научный семинар  
«Проблемы организации и управления  
научными исследованиями и разработками»

# Управление наукой и наука в системах управления

Клочков Владислав Валерьевич,  
директор департамента НИЦ «Институт имени Н.Е.  
Жуковского», в.н.с. ИПУ РАН, д.э.н., к.т.н.

Москва, 24 января 2018 г.



## Основные тезисы доклада:

**1. Управление наукой требует научного подхода, на основе теории управления в социально-экономических системах.**

**2. Научные исследования и разработки бывают разными. И управлять ими необходимо по-разному.**

**3. Не только наукой управляют – сама наука участвует в процессах управления. Наука – это власть.**



## Кибернетический подход к анализу эффективности и оптимизации управления наукой

- Формализовать критерии качества управления – «что такое хорошо», и для кого.
- Определить ЛПР, управляющие воздействия, наблюдаемые параметры и обратные связи.
- Построить модель поведения представительного ученого (научной организации) под воздействием данной системы управления
- Считая такое поведение массовым, оценить (по определенным критериям) эффективность функционирования науки
- Оптимизировать алгоритмы управления и структуру системы управления по данным критериям



## Пример: анализ требований к новизне работ и проверке их «патентной чистоты» как институтов, регулирующих генерацию знаний

*...есть проблема мощных потоков информации. Академик В.М. Полтерович как-то сказал, и мне очень понравилось: «Какая бы глупость тебе ночью ни приснилась или ты ни придумал, – открой Интернет, там минимум семь публикаций на эту тему уже есть».*  
Член-корр. РАН Р.С. Гринберг, интервью газете «Троицкий вариант-наука», 22 декабря 2009 г.

- Объем накопленных знаний лавинообразно нарастает, и затрудняется ознакомление с предшествующими работами
- Ужесточаются формальные требования к степени отличия работы от предыдущих

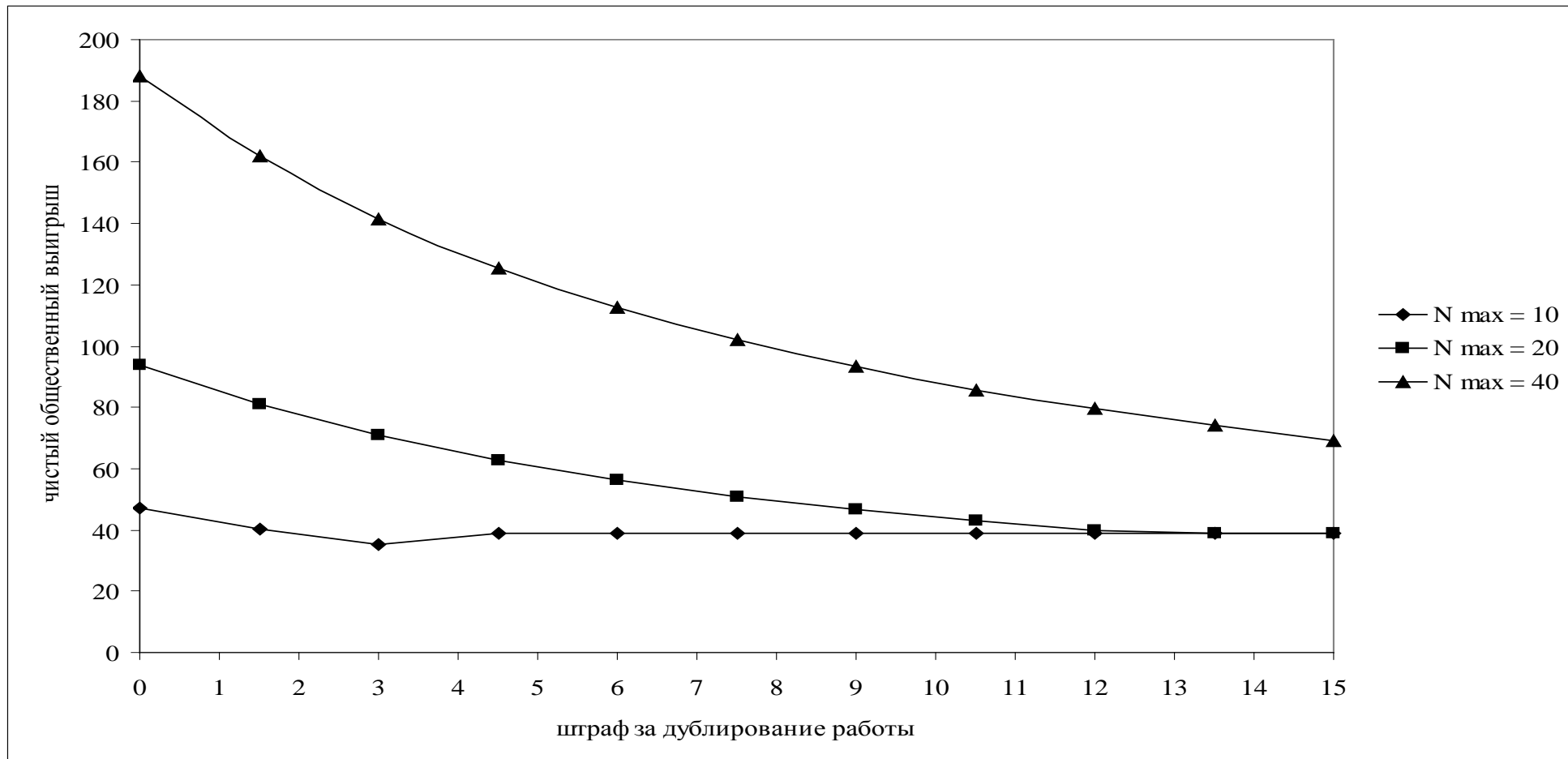
=>

**Растет вероятность «изобрести велосипед»**

Следует ли бороться с «изобретателями велосипеда» и ужесточать стандарты новизны, а также тщательность проверки «патентной чистоты» задач исследований?



## Пример расчета: зависимость чистого выигрыша общества от штрафа за дублирование



### Рекомендации по итогам модельного анализа:

- Ослабить требования к новизне спецификации математических моделей, сделав акцент на новизне решаемых проблем и качественных выводов
- Ослабить порицание добросовестных «изобретателей велосипеда», и компенсировать им расходы на проведение исследований



# Анализ эффективности усиления конкурентных принципов финансирования науки

- Введение конкурентных принципов финансирования рассматривается как одно из главных направлений реформирования российской науки
- Предполагается, что значительную часть научного сообщества составляет малопродуктивный «балласт», которому необходимо снижать финансирование или увольнять, перераспределяя ресурсы в пользу «высокопродуктивных ученых»
- Выделение «лидеров», у которых будут сконцентрированы ресурсы, планируется производить с использованием *наукометрических показателей*.

## Риски и противоречия обсуждаемых предложений:

- Надежность наукометрических критериев ранжирования ученых в настоящий момент далека от 100%
- Конкурентная борьба может влиять на качество исследований, на поведение ученых и моральный климат, на развитие научных направлений
- **Формального модельного анализа** возможного влияния дифференциации ученых и усиления конкуренции между ними на эффективность и результативность науки, а также на качество научных результатов, **не проводится**



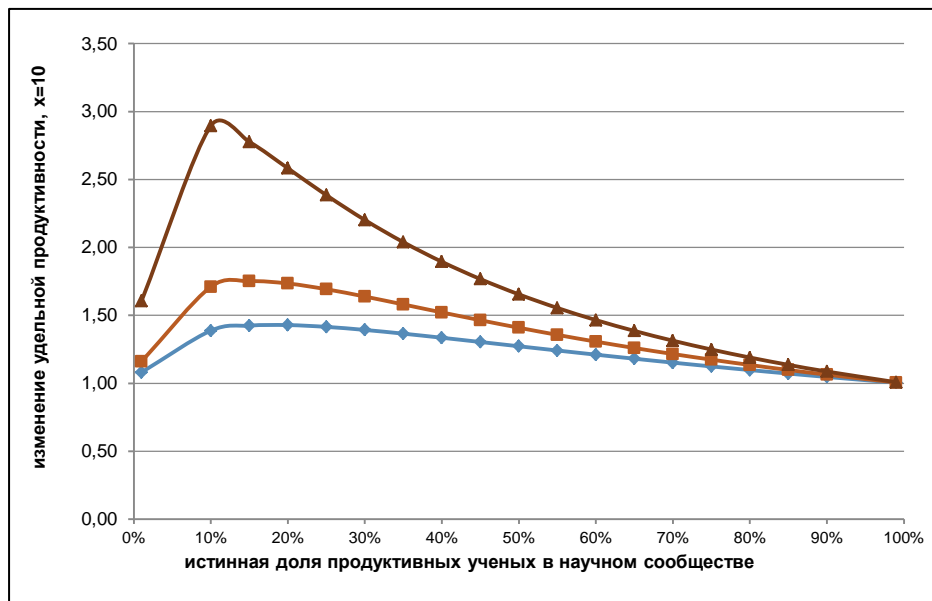
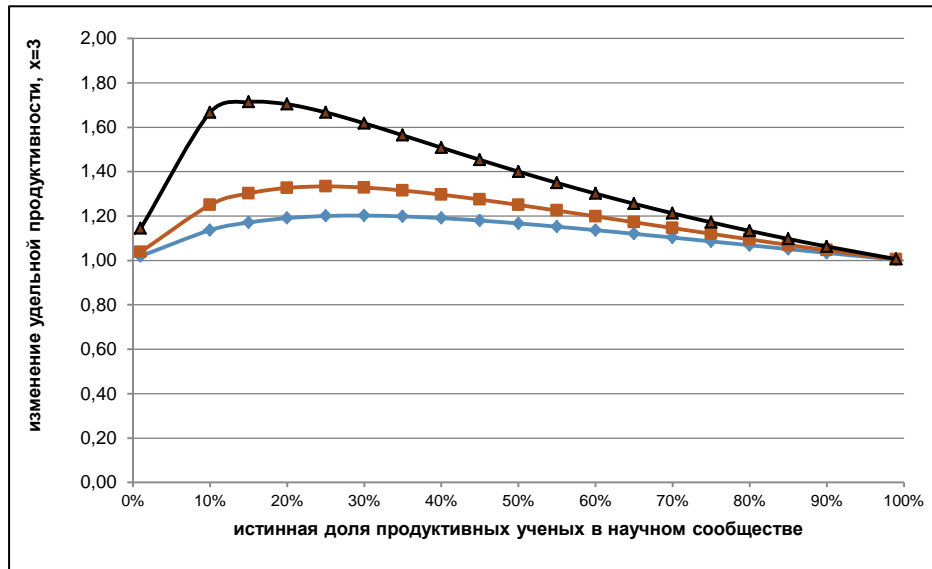
## Задачи исследования последствий усиления конкуренции в науке:

- 1) Построить математическую модель процесса ранжирования ученых, учитывающую неидеальность критериев ранжирования, и провести с помощью построенной модели анализ возможных результатов дифференциации ученых, оценив следующие величины:
  - истинную долю высокопродуктивных ученых в отобранной группе «элиты»
  - изменение удельной и суммарной продуктивности науки
  - изменение эффективности науки – при неизменной продуктивности ученых до и после ранжирования

***! Единицы измерения продуктивности отдельного ученого и науки в целом – условные результаты, «открытия» (т.е. статьи, др. публикации, премии и т.п.) в год. Эффективность измеряется в ден. ед. на условный научный результат***
- 2) Построить математическую модель изменения продуктивности ученых при повышении индивидуального уровня финансирования выделенных ученых-«лидеров»
- 3) Оценить влияние конкурентной борьбы и формальной оценки на поведение ученых, качество научных результатов и развитие науки



# Оценка изменения средней продуктивности ученых вследствие ранжирования по критериям с заданными вероятностями ошибок 1-го и 2-го рода (пример)



Средняя продуктивность ученых до и после ранжирования:

$$\bar{u}_N = u_{\text{посредств}} \cdot [\alpha \cdot x + (1 - \alpha)]$$

$$\bar{u}_m = u_{\text{посредств}} \cdot [p_{\text{апост}}^1 \cdot x + (1 - p_{\text{апост}}^1)]$$

Относительное изменение:

$$\frac{\bar{u}_m}{\bar{u}_N} = \frac{p_{\text{апост}}^1 \cdot x + (1 - p_{\text{апост}}^1)}{\alpha \cdot x + (1 - \alpha)}$$

Представлены графики для  $x = 3$ ;  $x = 10$

Максимально достижимый при отборе прирост средней продуктивности ученых **многократно меньше** изначального превосходства «лидеров» над «обычными» учеными в продуктивности

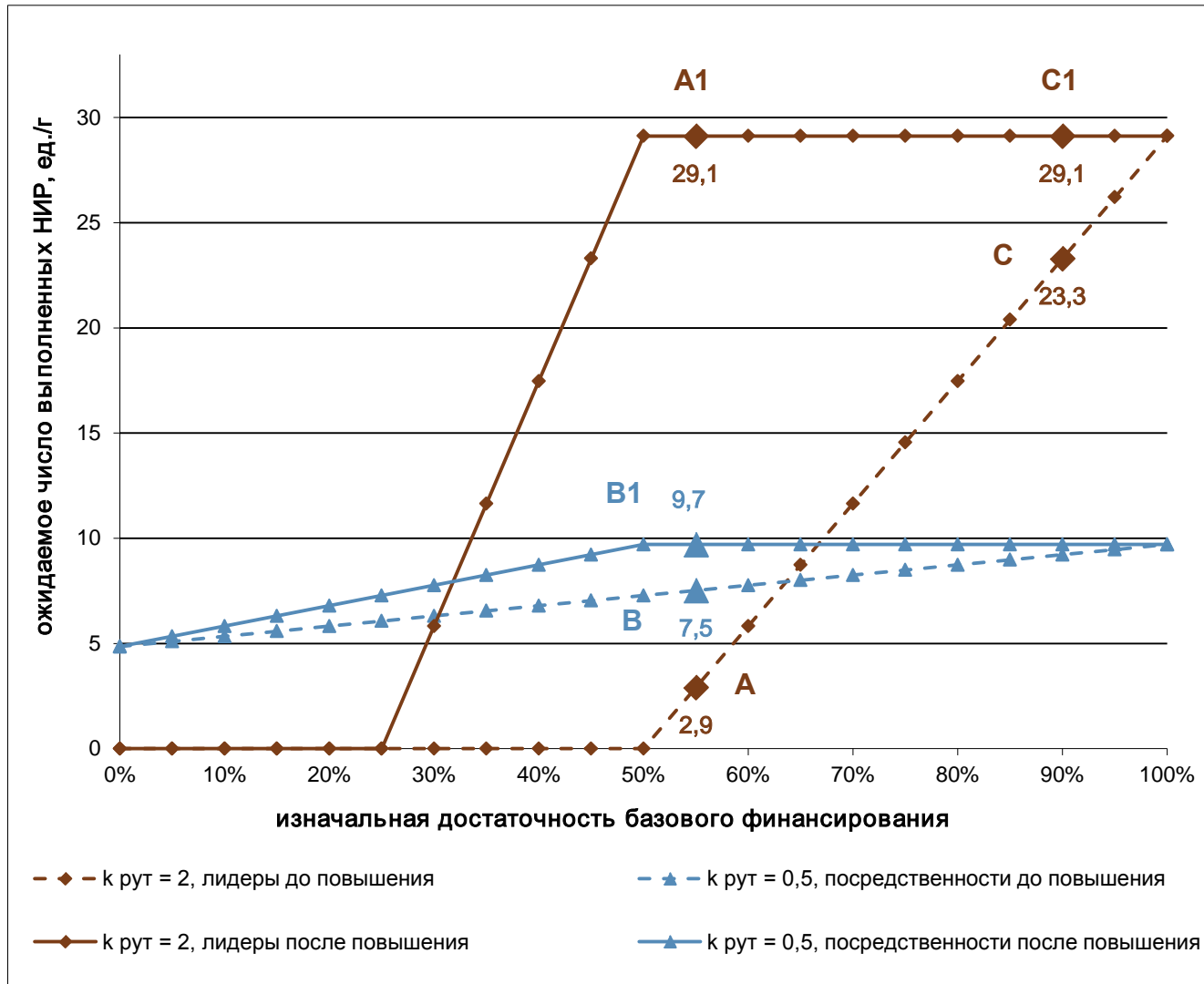
Для  $x = 3$  максимальный прирост 23% - 73%

Для  $x = 10$  максимальный прирост 42% - 180%





## Прирост продуктивности ученых после повышения базового финансирования (пример)



Число выполненных за год НИР для «посредственных» ученых и лидеров после повышения финансирования:

$$Q'_{\text{посредств}} = \frac{T_{\text{НИР}}(\gamma \cdot k_0)}{T_{\text{посредств}}^{\text{ном}}}$$

$$Q'_{\text{лид}} = \frac{T_{\text{НИР}}(\gamma \cdot k_0)}{T_{\text{лид}}^{\text{ном}}} = x \cdot Q'_{\text{посредств}}$$

Представлены графики для  $x = 3$

После повышения финансирования «лидер» и «посредственность» могут поменяться местами по результативности (см. тт. А и А1; В и В1)

*=> влияние увеличения базовых ставок на продуктивность ученых зависит от их изначального материального положения, квалификации и других факторов.*



## Теоретико-игровой подход к анализу влияния уровня базового финансирования на поведение ученых

### Условные обозначения:

- $z$  - индивидуальный уровень финансирования;
- $x$  - удовлетворение от процесса научного поиска;
- $y$  - «спортивное» удовлетворение от выигрыша в научной конкуренции (приоритета, премий, званий и т.п.);
- $s$  - «чистая совесть».

### Стратегии поведения ученых:

- 1 - добросовестно заниматься исследованиями, опираясь на работы коллег и сотрудничая с ними;
- 2 - заниматься, в первую очередь, конкурентной борьбой.

### Платежная матрица игры ученого и научного сообщества

| Стратегия коллег  | 1                                | 2                                |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Стратегия ученого |                                  |                                  |
| 1                 | $z_{11}, x_{11}, y_{11}, s_{11}$ | $z_{12}, x_{12}, y_{12}, s_{12}$ |
| 2                 | $z_{21}, x_{21}, y_{21}, s_{21}$ | $z_{22}, x_{22}, y_{22}, s_{22}$ |



# Взаимосвязь исследований (фундаментальных и прикладных) и опытно-конструкторских работ

**Фундаментальные открытия и принципы**

Участие в формировании прогнозов и планов работ

**Научно-технический задел  
Технологические прогнозы**

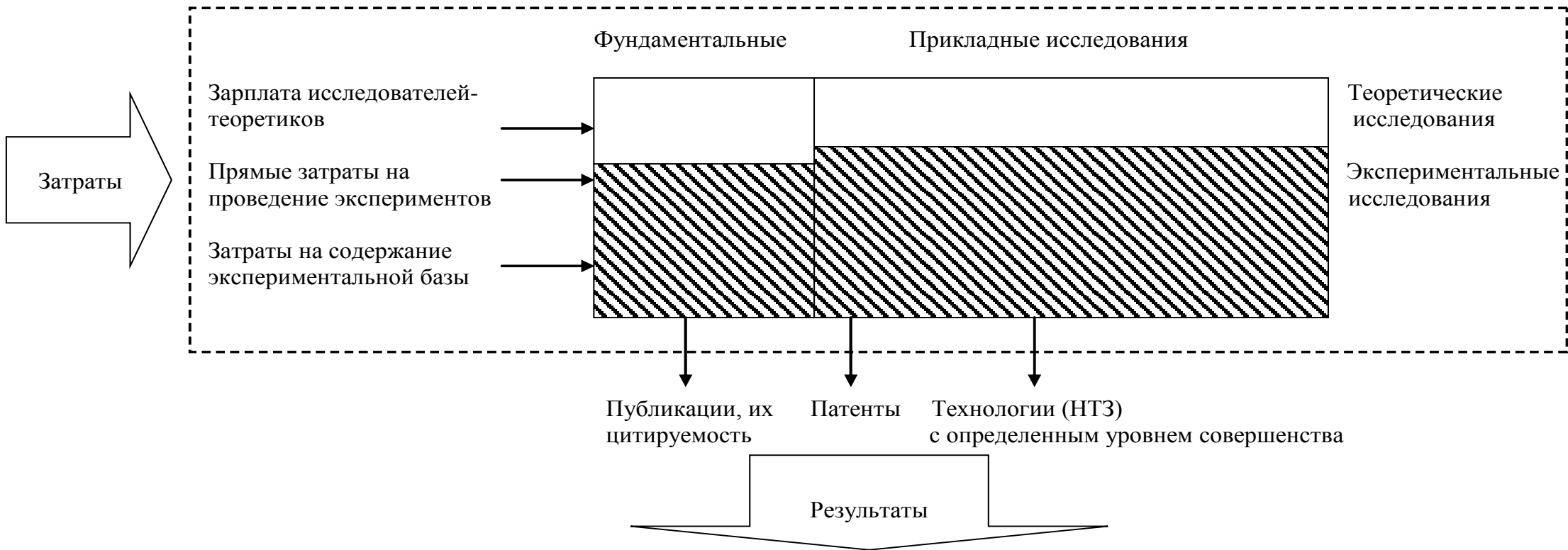
Участие в формировании и согласовании стратегий развития промышленности





# Проблемы непрозрачности затрат и результатов при смешении видов исследований

*Наука как «черный ящик»*



## ***Последствия непрозрачности структуры науки:***

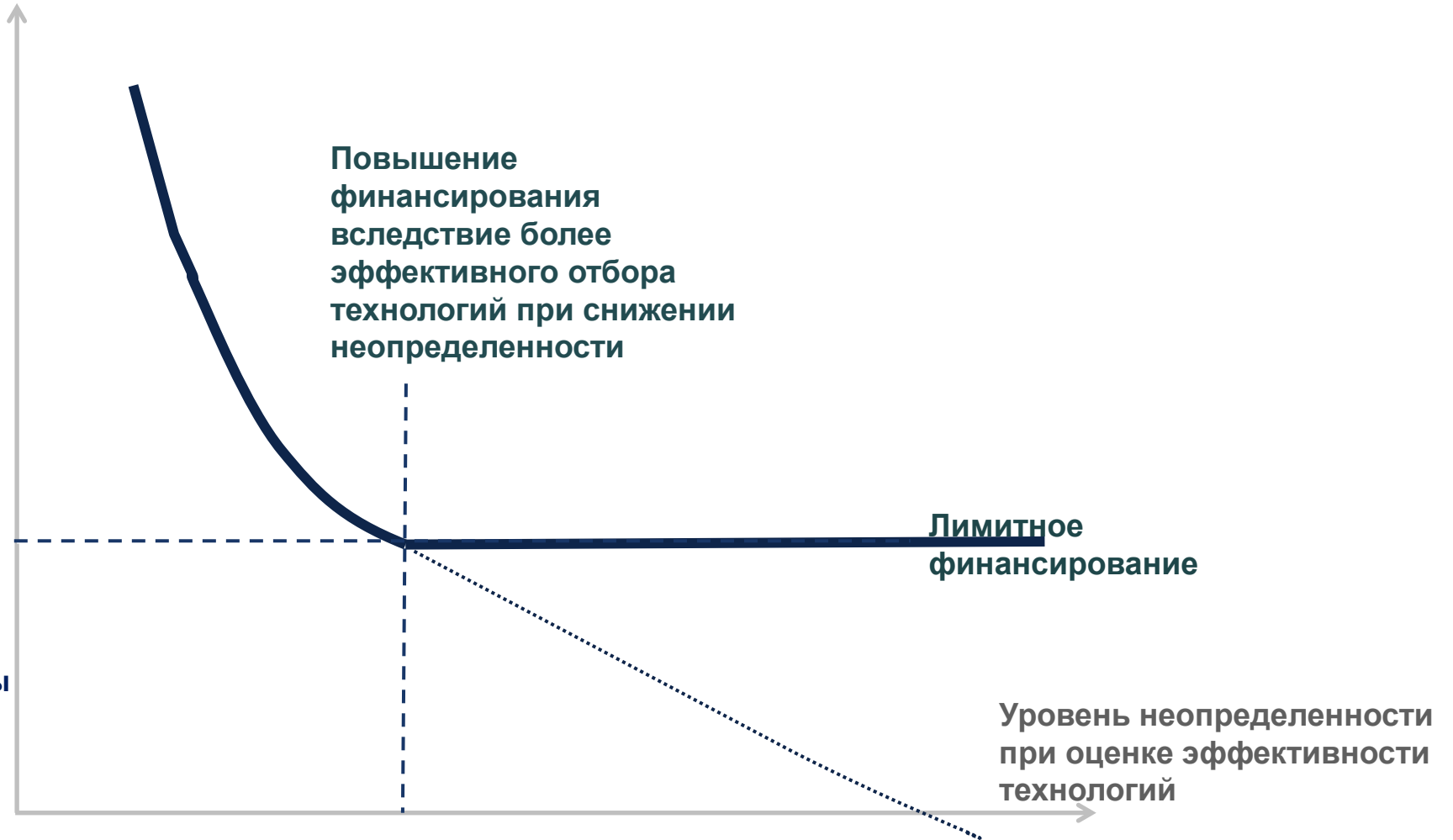
- Оппортунизм, искажение структуры затрат и потребных объемов
- Антистимулы к оптимизации экспериментальной базы и к развитию методов исследований (в т.ч. замещению экспериментов расчетами)
- Предъявление некорректных требований к ученым, установление неадекватных критериев результативности исследований



# Зависимость уровня финансирования прикладной науки от уровня неопределенности эффективности технологий

Экономически обоснованный объем финансирования прикладной науки

Объем финансирования, минимально необходимый для поддержания научных кадров и экспериментальной базы



Предельно допустимый уровень неопределенности, при котором возможен обоснованный отбор технологий



⇒ возможное решение –  
диверсификация направлений НИР\*

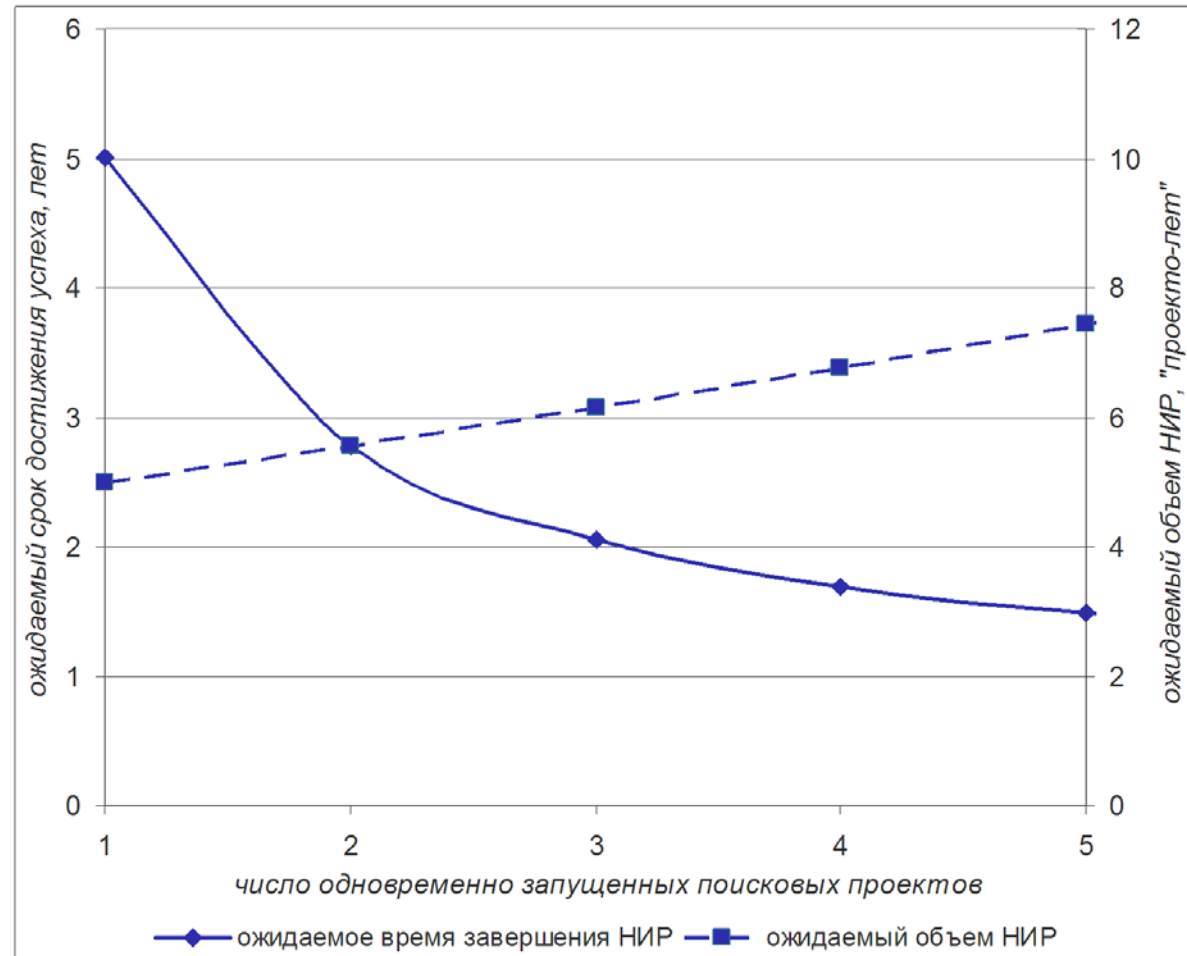
⇒ Пусть

- $n$  – число одновременно запущенных поисковых проектов;
- $\tau$  – среднее время достижения успеха в единичном поисковом проекте;
- $P\{T\}$  – вероятность достижения успеха поисковых НИР ровно через  $T$  лет.

⇒

$$P\{T_{НИР}\} = \left[ 1 - \left( 1 - \frac{1}{\tau} \right)^n \right] \cdot \left( 1 - \frac{1}{\tau} \right)^{n \cdot (T_{НИР} - 1)}$$

## Проблема неопределенности сроков достижения результатов прикладных НИР



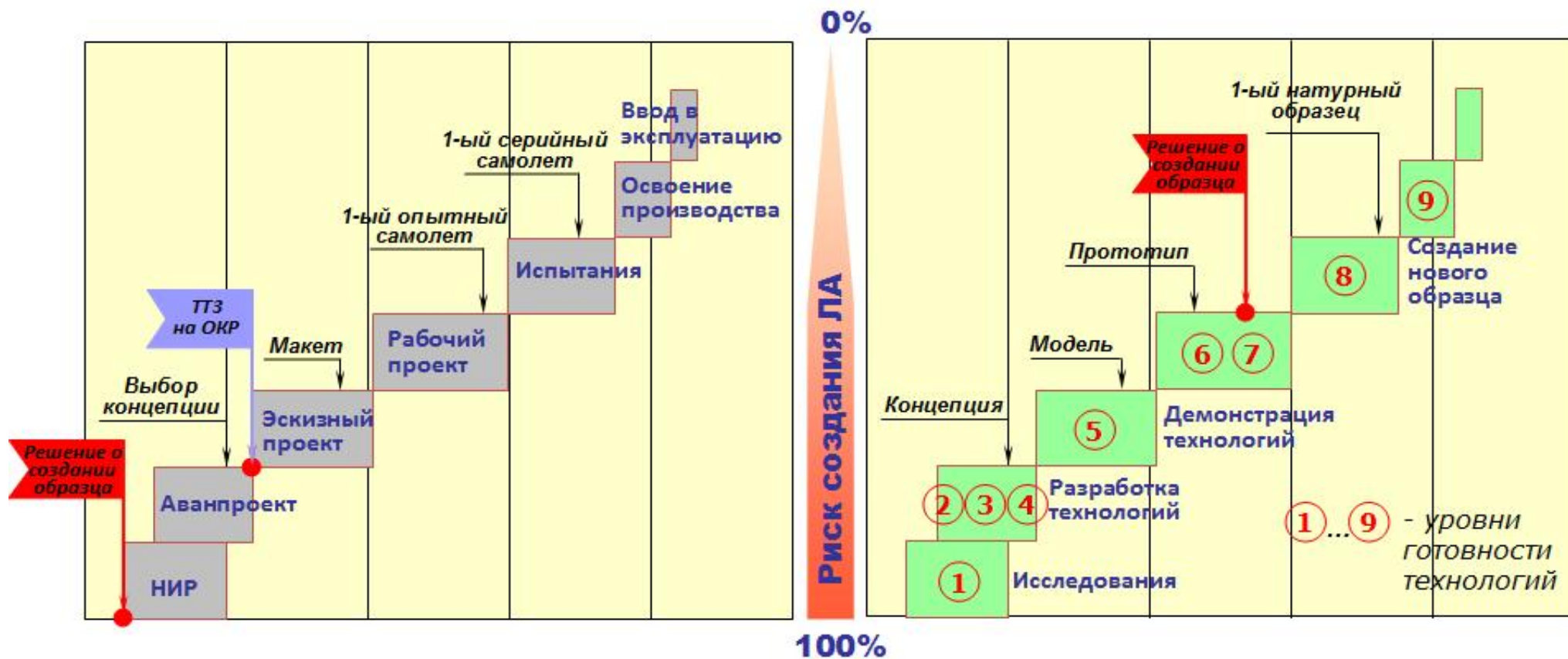
\* см. Иванова Н.В., Клочков В.В. Экономические проблемы управления высокорисковыми инновационными проектами в наукоемкой промышленности // Проблемы управления. 2010. № 2. С. 25-33.



# Альтернативные системы управления прикладными исследованиями и разработками

## Конструкторская система

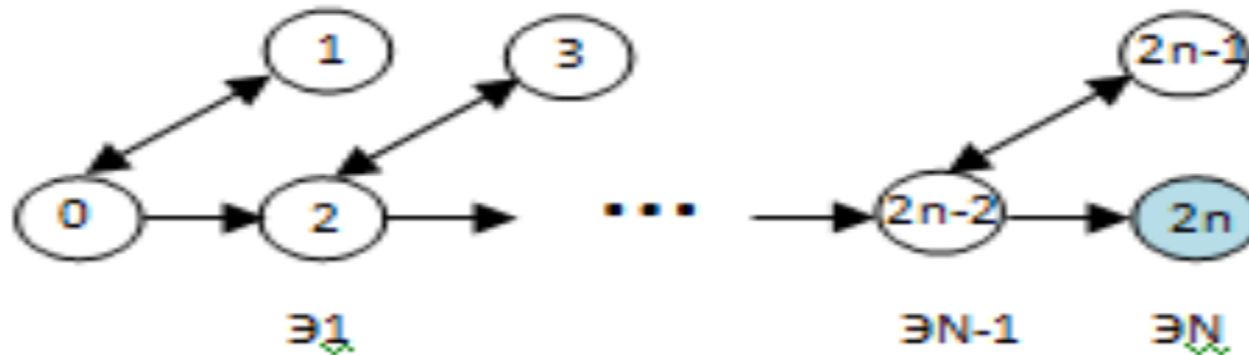
## Инновационная система



\*Иллюстрации – см. Алешин Б.С. О новой концепции организации научных работ // Новости ЦАГИ, 5(85), 2010, с. 4-6.



## Эффективны ли процедуры экспертной оценки готовности технологий в системе TRL\*?



### Схема состояний и переходов процесса создания новой технологии

Переход из одного состояния в другое характеризуется интенсивностью  $q_{ij}$ ;

Пусть вероятности перехода в «возвратное» и «невозвратное» состояния равны, соответственно,

$$p_{i,i+1} = 0,5 - \alpha ; p_{i,i+2} = 0,5 + \alpha ,$$

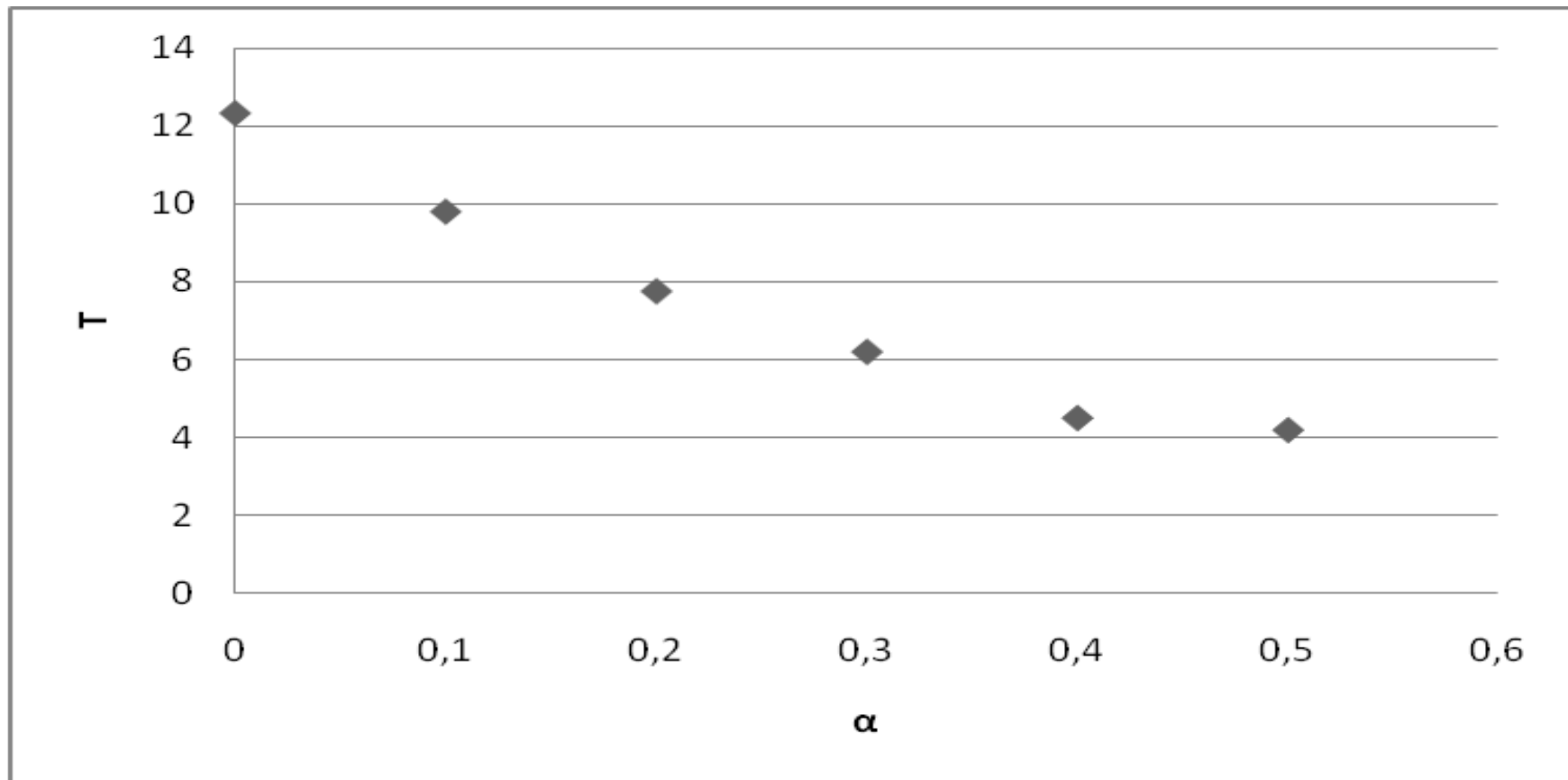
где  $\alpha \in [0; 0,5]$  - показатель качества оценки готовности технологии.

\*см. Крель А.В., Ключков В.В. Анализ эффективности новых принципов управления исследованиями и разработками в авиастроении // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 19 (274). С. 2-13.





## Анализ зависимости времени окончания проекта от качества оценки УГТ (пример: 5 этапов единичной длительности, время окончания с вероятностью 90%)



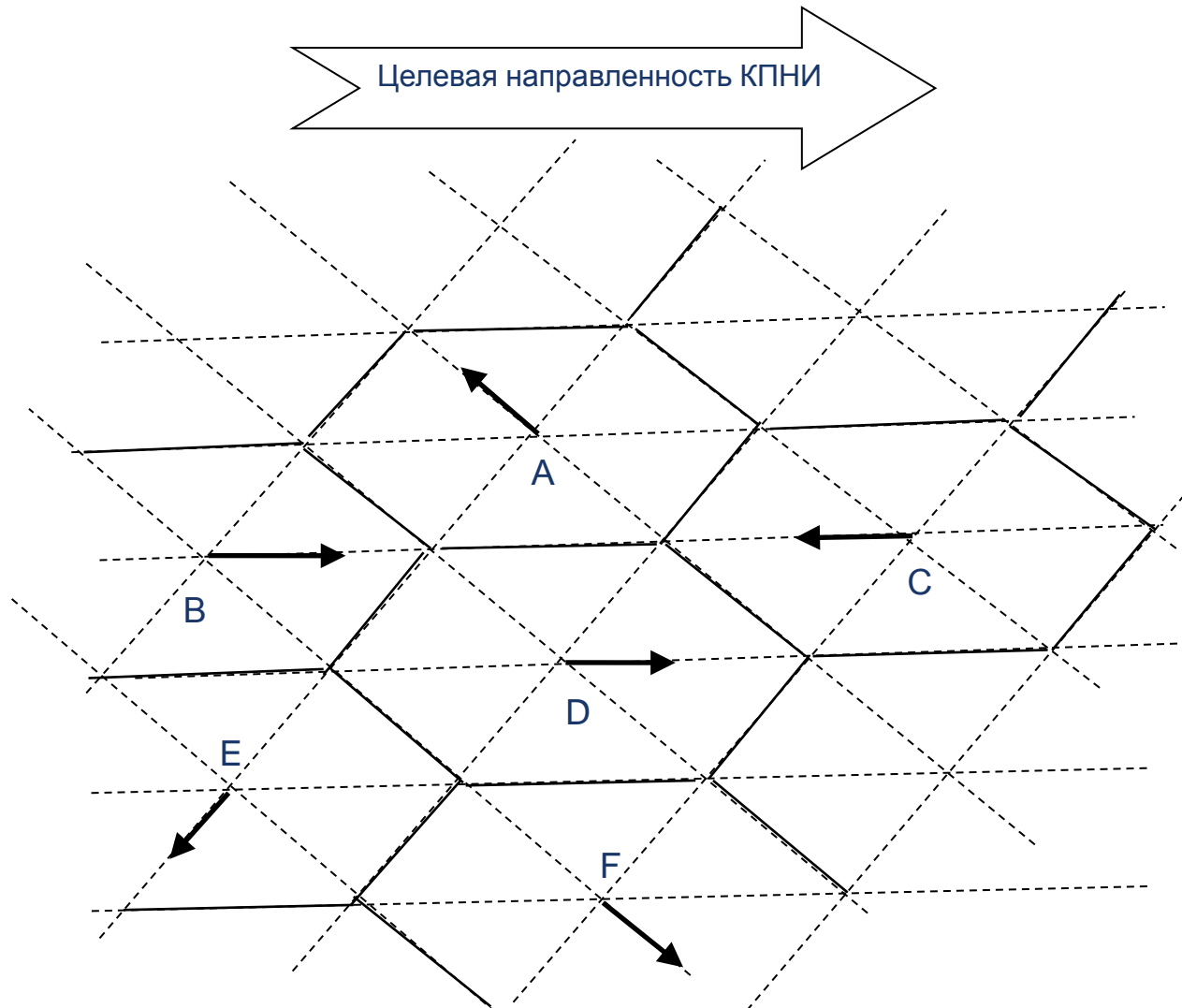
Повышение качества обоснования управленческих решений обладает, в данном случае, убывающей предельной эффективностью.

=> в процессе управления развитием перспективных технологий гораздо важнее исключить волюнтаристское принятие решений ( $\alpha \sim 0$ ), чем добиться безошибочного принятия решений ( $\alpha \rightarrow 0,5$ ).



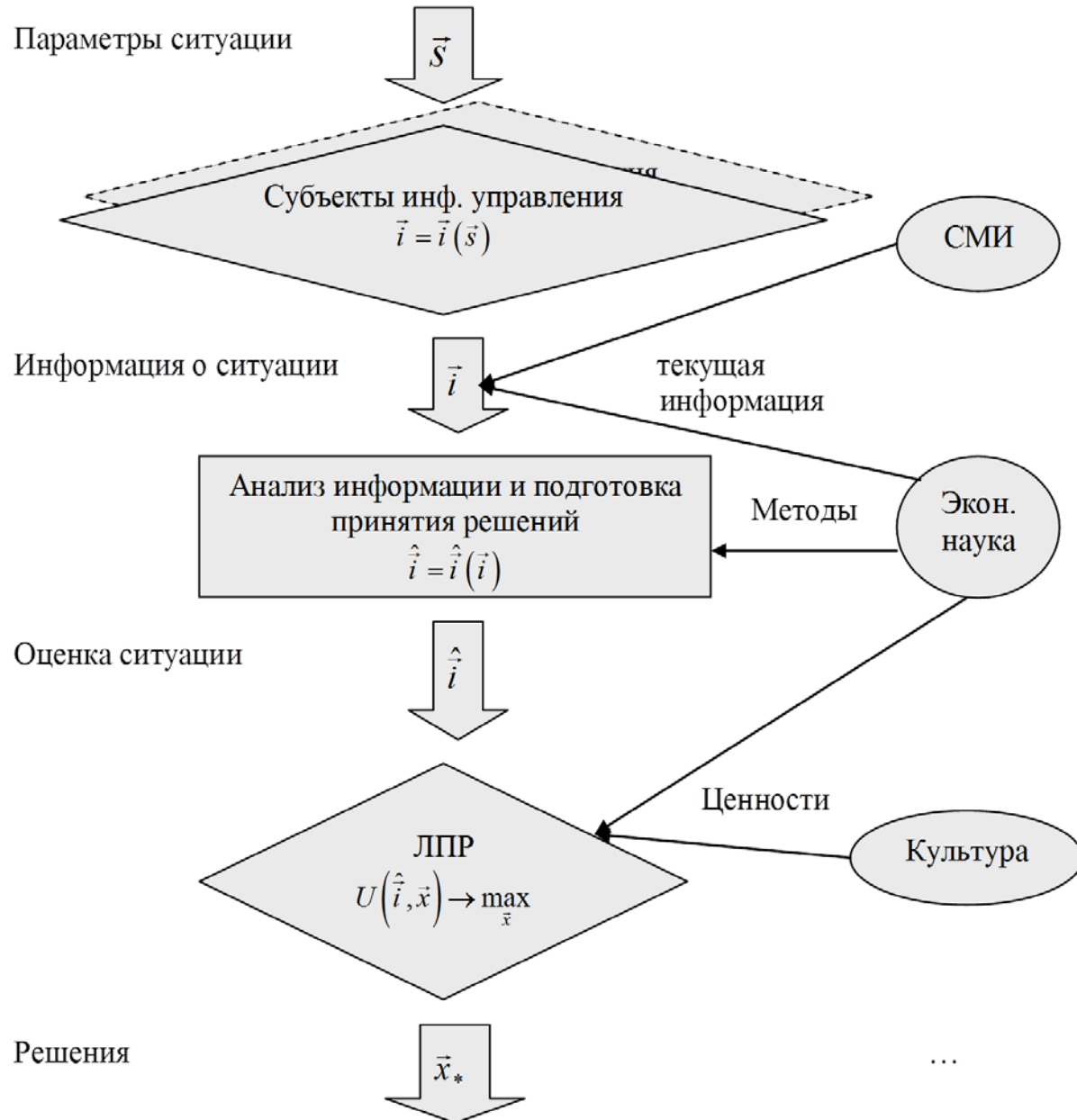
## Анализ эффективности проектного управления в фундаментальных НИР и формирования комплексных проектов в ФНИ

- Целевая направленность результатов ФНИ (схематичный пример)





# Роль науки в управлении



- «...идеи экономистов и политических мыслителей - и когда они правы, и когда ошибаются - имеют гораздо большее значение, чем принято думать. В действительности только они и правят миром. Люди практики, которые считают себя совершенно неподверженными интеллектуальным влияниям, обычно являются рабами идей какого-нибудь экономиста прошлого».

Д.М. Кейнс

- «...I don't care who writes a nation's laws – or crafts its advanced treaties – if I can write its economics textbooks»

П. Самуэльсон



# Реальное место науки в контуре управления развитием предприятий, отраслей, стран и т.п.





$\hat{U}_j^i(t)$  - субъективная оценка отдельного члена  $i$  – й социальной группы полезности  $j$ –го варианта политики в момент времени  $t$

Распределение субъективных оценок:

$$\left\{ F_{\hat{U}_j^i}(U) \right\} : F_{\hat{U}_j^i}(U) = P \left\{ \hat{U}_j^i \leq U \right\}, \quad i = A, B, \quad j = 1, 2.$$

Принятие решений путем голосования:

$$j_e = \Gamma \left( \left[ \begin{array}{cc} F_{\hat{U}_1^A}(U) & F_{\hat{U}_2^A}(U) \\ F_{\hat{U}_1^B}(U) & F_{\hat{U}_2^B}(U) \end{array} \right]; \left( \begin{array}{c} N_A \\ N_B \end{array} \right) \right),$$

где  $\Gamma$  – правило голосования;

$j_e$  - ИТОГ ГОЛОСОВАНИЯ.



# Предпосылки политизации науки

Анализ математической модели показывает, что вероятность политизации науки повышается, если:

- повышается гарантированный выигрыш заинтересованных групп при изменении исхода голосования с заведомо нежелательных для них вариантов;
- сокращается риск членов неопределившихся групп при аналогичном изменении исхода голосования;
- растет чувствительность ученых к благосостоянию заинтересованных групп;
- снижается чувствительность ученых к благосостоянию неопределившихся групп, предпочтениями которых предполагается манипулировать;
- возрастает величина прямых выплат ученым со стороны заинтересованных групп.



## Рекомендации по снижению риска политизации науки и тяжести ее последствий

- 1) Исключить непропорциональную зависимость благосостояния ученых от благосостояния отдельных групп, в т.ч.
  - *Обеспечить независимое государственное финансирование исследований и образования в общественно значимых областях;*
  - *Исключить социальную дискриминацию доступа в науку (а прежде – к образованию).*
- 2) Усилить обратную связь между благосостоянием, репутацией ученых и риском потерь для различных групп от проведения рекомендуемой политики
- 3) Исключить возможность монополизации «права на истину» в «ненормальных» науках.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ИНСТИТУТ ИМЕНИ Н.Е. ЖУКОВСКОГО

г. Москва, ул. Викторенко, д.7  
тел.: +7 (499) 759-0190  
e-mail: [info@nrczh.ru](mailto:info@nrczh.ru)  
[www.nrczh.ru](http://www.nrczh.ru)

СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ