

Формирование технологических стратегий в энергетике в современных условиях

Веселов Федор, к.э.н.

Конференция «Структурно-технологическая и цифровая трансформация промышленности России»

Москва, октябрь 2025 г.



Постановка задачи прогнозирования НТР: от отраслевых к межотраслевым задачам, позволяющим преодолеть большие вызовы



Постановка задачи прогнозирования НТР: от отраслевых к межотраслевым задачам, позволяющим преодолеть большие вызовы

Большие вызовы - объективно требующая реакции со стороны государства совокупность проблем, угроз и возможностей, сложность и масштаб которых таковы, что они не могут быть решены, устранены или реализованы исключительно за счет увеличения объема используемых ресурсов (Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 "О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации")

Крупная социально-экономическая задача	Большой вызов (по Стратегии НТР)
Повышение эффективности энергетики страны в целях обеспечения долгосрочного роста отечественной экономики.	Исчерпание возможностей экономического роста России на основе на экстенсивной эксплуатации сырьевых ресурсов (15 «б» СНТР) Трансформация миропорядка (15 «а» СНТР)
Трансформация российского энергетического экспорта в условиях переформатирования мировых энергетических рынков.	Качественные изменения глобальных и локальных энергетических систем. 15 «е» СНТР Трансформация миропорядка (15 «а» СНТР)
Адаптация энергетики России к изменениям климата, глобальной климатической повестке и новым гибридным угрозам.	Влияние изменения климата на экономику, социальную сферу и окружающую среду (15 «е» СНТР) Новые гибридные внешние угрозы национальной безопасности (15 «ж» СНТР)
Создание эффективной энергетической базы для ускоренного хозяйственного освоения Восточных регионов России.	Необходимость эффективного освоения и использования пространства (15 «з» СНТР) Трансформация миропорядка (15 «а» СНТР)
Надежное обеспечение сельских территорий и малых городов доступной энергией для их устойчивого социально-экономического развития.	Демографический переход, изменение расселения и образа жизни людей (15 «в» СНТР) Необходимость эффективного освоения и использования пространства (15 «з» СНТР)

Изменение условий для НТР: от глобализации к суверенитету

- **Модель глобальной технологической кооперации**

- широкое использование технологического импорта: готового оборудования или технологий (при ограниченной локализации последних);
- сдерживание стоимости проектов за счет серийного оборудования
- «оптимизация» национальных затрат на разработки

Ввод широких технологических санкций поставил «крест» на такой стратегии развития (и не только в энергетике).

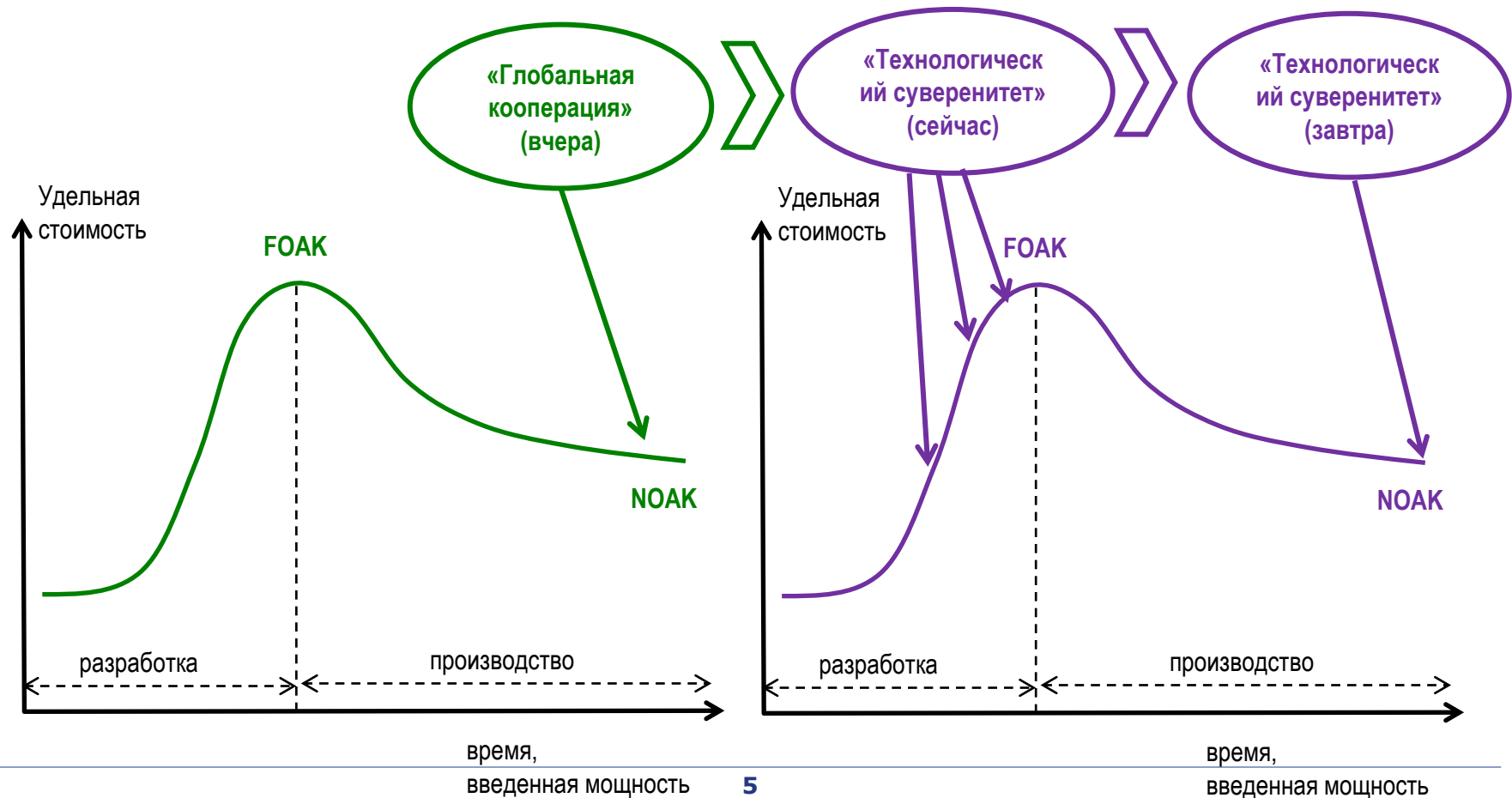
- прекращение проектов по совместному производству ГТУ с Siemens и GE, отмена проектов с импортными ГТУ (Заинская ГРЭС)
- прекращение проектов по совместному производству ВИЭ
- прекращение сервисного обслуживания уже поставленного оборудования
- прекращение совместных проектов в нефтегазовом секторе с применением импортных технологий

- **Модель технологического суверенитета**

- полная локализация ранее частично-локализованного оборудования (ГТЭ-160)
- разработка отечественных аналогов (ГТЭ-110, технологии СПГ)
- ограниченный импорт оборудования или технологий из дружественных стран (поставки иранских ГТУ)
- необходимый рост национальных затрат на разработки, оптимизированный по критическим направлениям
- более высокая стоимость проектов на среднесрочном горизонте (до выхода на серийное производство)

Изменение условий НТР: экономические риски

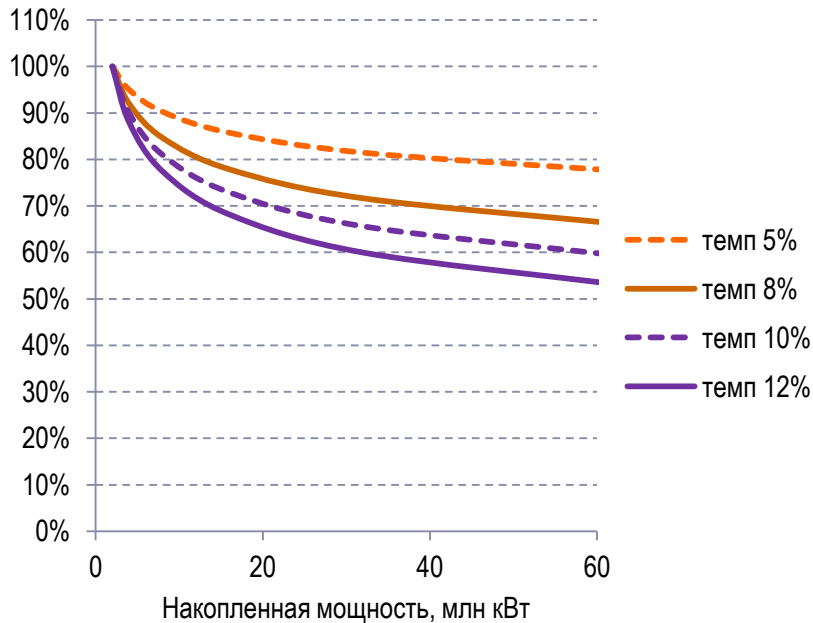
- Изменение экономики для новых технологий – удорожание проектов с головными и мелкосерийными отечественными образцами против серийно выпускаемого импортного оборудования
 - Решение - освоение потенциала сокращения стоимости и сроков ввода за счет эффектов технологического обучения при серийном выпуске и освоении (мировая практика по ГТУ и АЭС – до 30%)
 - Альтернатива – поставки серийного из дружественных стран (дешевле, но это снова импорт)



Изменение условий НТР: экономические риски

- Естественной тенденцией является удешевление стоимости строительства блоков за счет технологического обучения.
 - Освоение этого потенциала – важное экономическое условие для программ развития новых технологий
 - Однако этот эффект достигается при условии крупносерийного, масштабного выпуска продукции

Снижение удельной стоимости технологии с различными темпами технологического обучения, в % от головного образца/пилотной партии

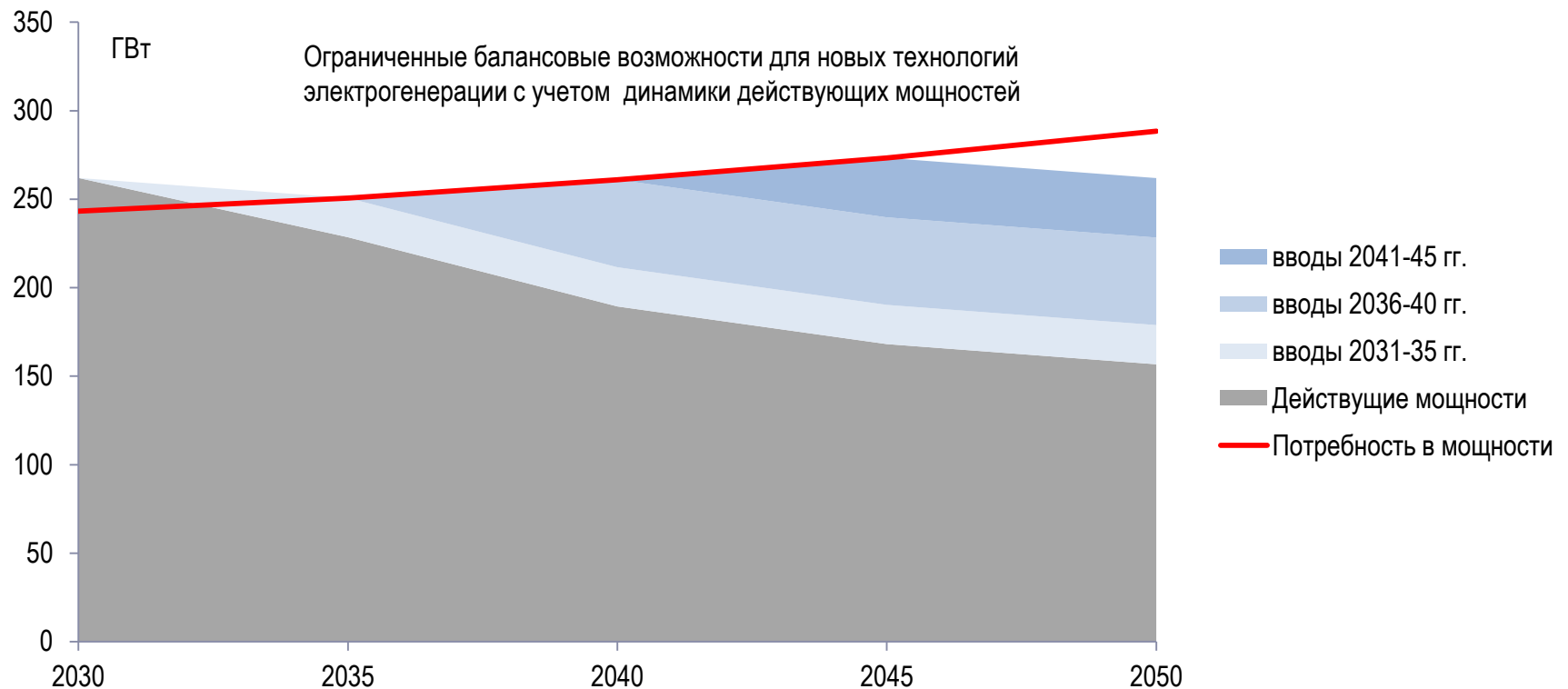


«Примеры из прошлого» и не только:

- с 1990 года при быстром кумулятивном росте мощности ПГЭС удельные капиталовложения снизились примерно на 35% [Colpier, Cornland (Energy Policy, 2002)]
- при массовом производстве ГТУ (1980 – 2000-е годы) темпы обучения оценивались в 10–12% [Rubin et al. (Energy Policy, 2015), Ouassou et al (Energies, 2021)]
- при серийном строительстве французских АЭС с реакторами PWR достигнутый эффект снижения удельных капитальных затрат составил 20–40% [NEA (2022, 2020)]
- в Южной Корее за 20 лет было введено 19 блоков, при этом УКВ на блок снизились почти на 25% [Lovering et al. (Energy Policy, 2016)]
- в США для АЭС темпы снижения удельных капитальных затрат для АЭС оцениваются в 3-10% на каждое удвоение числа блоков; потенциал удешевления для серийных блоков 35% [University of Chicago (2004)]
- амбициозный план по удвоению мощности АЭС в США [US DOE (2023)] предусматривает снижение УКВ до 40 % на серии в 10 – 20 блоков

Новые технологии – какая емкость рынка?

- В ряде случаев приходится частично повторять путь, пройденный мировыми технологическими лидерами – затраты времени и средств; за счет накопленных знаний и опыта это удастся сделать быстрее, но темп разработки и пилотирования новых технологий объективно снижается,
 - Новые технологии нужны сегодня-завтра и сразу дешевле. Недоступность или дороговизна заставляет выбирать решения на прежней технологической базе (или «дружественный» импорт). Однако с учетом сроков эксплуатации инвестиционные решения ближайших 5-10 лет будут работать в отрасли и в 2050 году.
 - «Модернизация» отъедает рынок для новых технологий - непростой выбор: замечать тем, что уже создано или протянуть на модернизации еще 15 лет до появления нового поколения техники?



Новые технологии – какая емкость рынка?

- Ограниченная емкость внутреннего рынка и сильнейшая глобальная конкуренция требует основательной работы по выбору набора **критических технологий**, для которых важно обеспечить ускоренное доведение до серийного производства и массовой доступности
 - для ряда технологий это «почти последний шанс», чтобы снова не уступить место импорту из дружественных стран
- Ряд **приоритетных технологий** будут массово востребованы при сочетании определенных условий (например, интенсивная декарбонизация или, напротив, стимулирование внутреннего спроса на уголь) – здесь важно иметь заделы и компетенции по созданию оборудования, пилотных установок, не переходя на этап серийного производства
- Главной проблемой остается переход от пилотного образца к серийному производству. Это требует дополнительных и существенных затрат времени и средств на создание или расширение производственных мощностей создания базы для масштабирования и серийного выпуска оборудования.
- Планирование ресурсов, мощностей и номенклатуры выпусков в промышленности должно быть синхронизировано с планированием ресурсов и вводов разных типов мощностей в энергетике (с учетом сроков строительства). Это - **межотраслевая задача по координации спроса и предложения** по новым технологиям:
- Сейчас пока не так:
 - масштабы производства оборудования (даже традиционного) не согласованы с объемами и сроками появления спроса на него
примеры – существующие сдвиги сроков и отмены проектов модернизации ТЭС (КОМ-МОД), замены на ПГУ (КОМ-МОД-ПГУ), проектов ВЭС (ДПМ ВИЭ)
 - платежеспособный (подтверждаемый контрактами) спрос на оборудование остается достаточно краткосрочным и распределенным – каждая генкомпания обращается за единичными или мелкосерийными поставками оборудования, исходя из ограниченного числа своих проектов, прошедших конкурсный отбор на рынке
 - все недовольны: единичные заказы оказываются дороже крупносерийных, а без долгосрочной определенности в спросе на оборудование сдерживаются инвестиции в расширение производства и сокращает потенциал удешевления

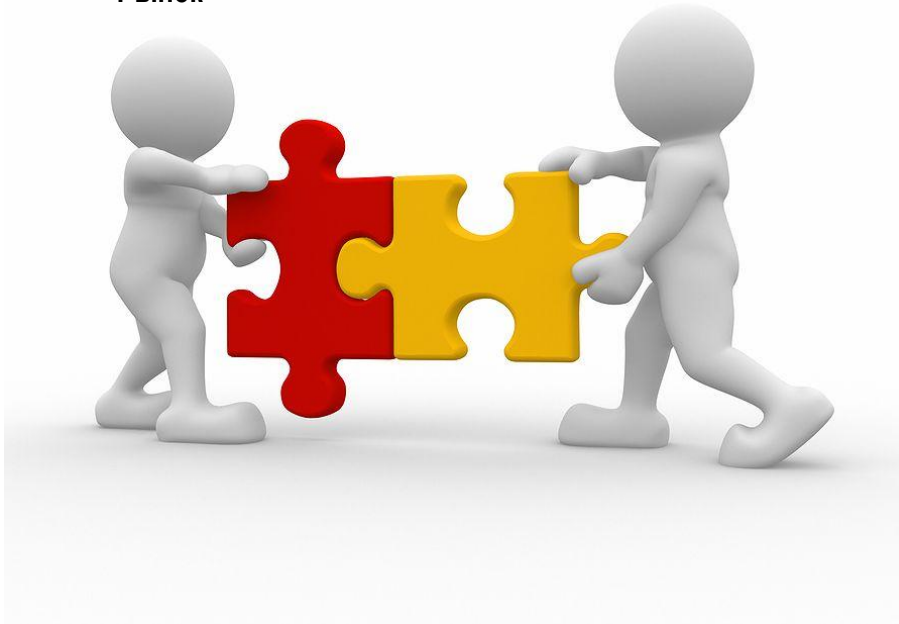
Отраслевой заказ как инструмент управления развитием

- **«Отраслевой заказ»** - все более активно обсуждаемый механизм для максимизации межотраслевых эффектов при внедрении новых технологий: промышленность получает надежный спрос на оборудование, ответно обеспечивая его поставки по оптимизированной стоимости.
- Дополнение его механизмами более дешевого «инфраструктурного» финансирования может дать заметный эффект в снижении стоимости проектов генкомпаний для потребителя
- «Отраслевой заказ» требует определенности – когда и сколько каких единиц оборудования потребуется (по типам и единичным мощностям). В целом по отрасли, включая не только новые площадки, но и массовые потребности по замене действующего оборудования:
 - это понятно на 5 лет вперед, на горизонте СиПР – здесь учтены проекты, прошедшие конкурентный отбор.
 - на горизонте 2030+ это понятно лишь для ГЭС и АЭС. По ТЭС все определяется конкурсами (КОМ МОД, КОМ НГО); но видение спроса после 2030 года критически важно для планирования новых мощностей в энергомашиностроении
- Если «расписать» в Генсхеме потребности по площадкам и блокам ТЭС, то это фактически означает назначение конкретных инвестиционных обязательств генкомпаниям, делая ненужными конкурсные отборы проектов
- Отраслевой заказ требует юридически оформленных взаимных обязательств «спрос-срок-цена» между генкомпаниями и поставщиками, с участием профильных министерств (Минэнерго и Минпром).
- В условиях более долгосрочных инвестиционных обязательств могут потребоваться более долгосрочные ценовые гарантии по цене электроэнергии или мощности, обеспечивающие окупаемость проектов (например, мощностной тариф не на каждый проект (ДПМ), а на весь портфель проектов компании), а возможно – и по топливу.
- Другая крайность – централизация отраслевого заказа, строительство новых мощностей госкомпанией с последующей долгосрочной арендой генкомпаниями для эксплуатации в конкурентной среде. Фактически, конкуренция остается там, где она прекрасно работает – в операционной сфере. Однако такой механизм трудно применить для проектов на площадках действующих станций, заменяя старое оборудование.

План и рынок: вместе или вместо?

Рынок

План

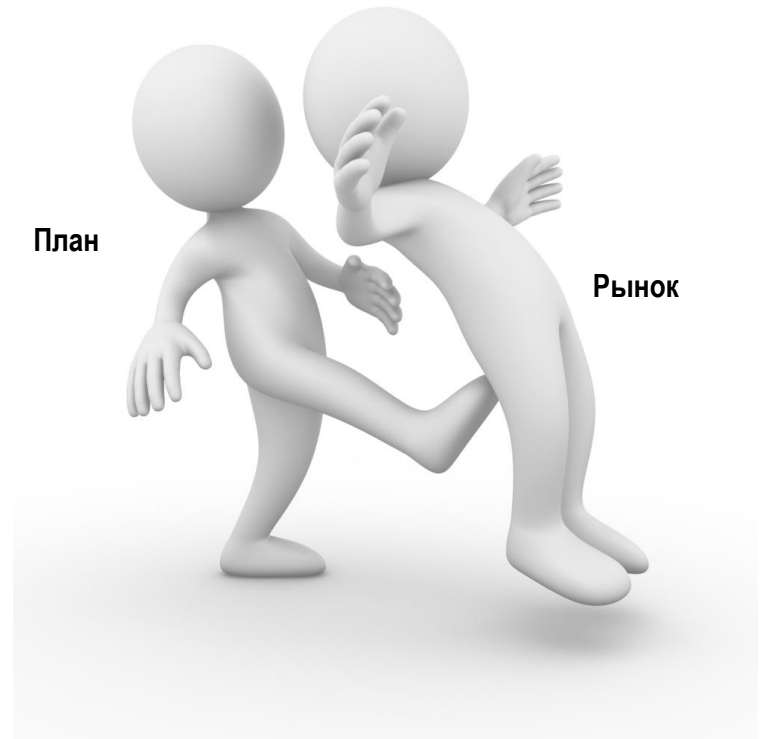


«Вместе»?

Или «вместо»?

План

Рынок



Институт энергетических исследований РАН

www.eriras.ru

info@eriras.ru, erifedor@mail.ru

Исследования выполнены при поддержке:

- *гранта РФ (проект № 21-79-30013-П, <https://rscf.ru/project/21-79-30013/>)*

Спасибо за внимание!