


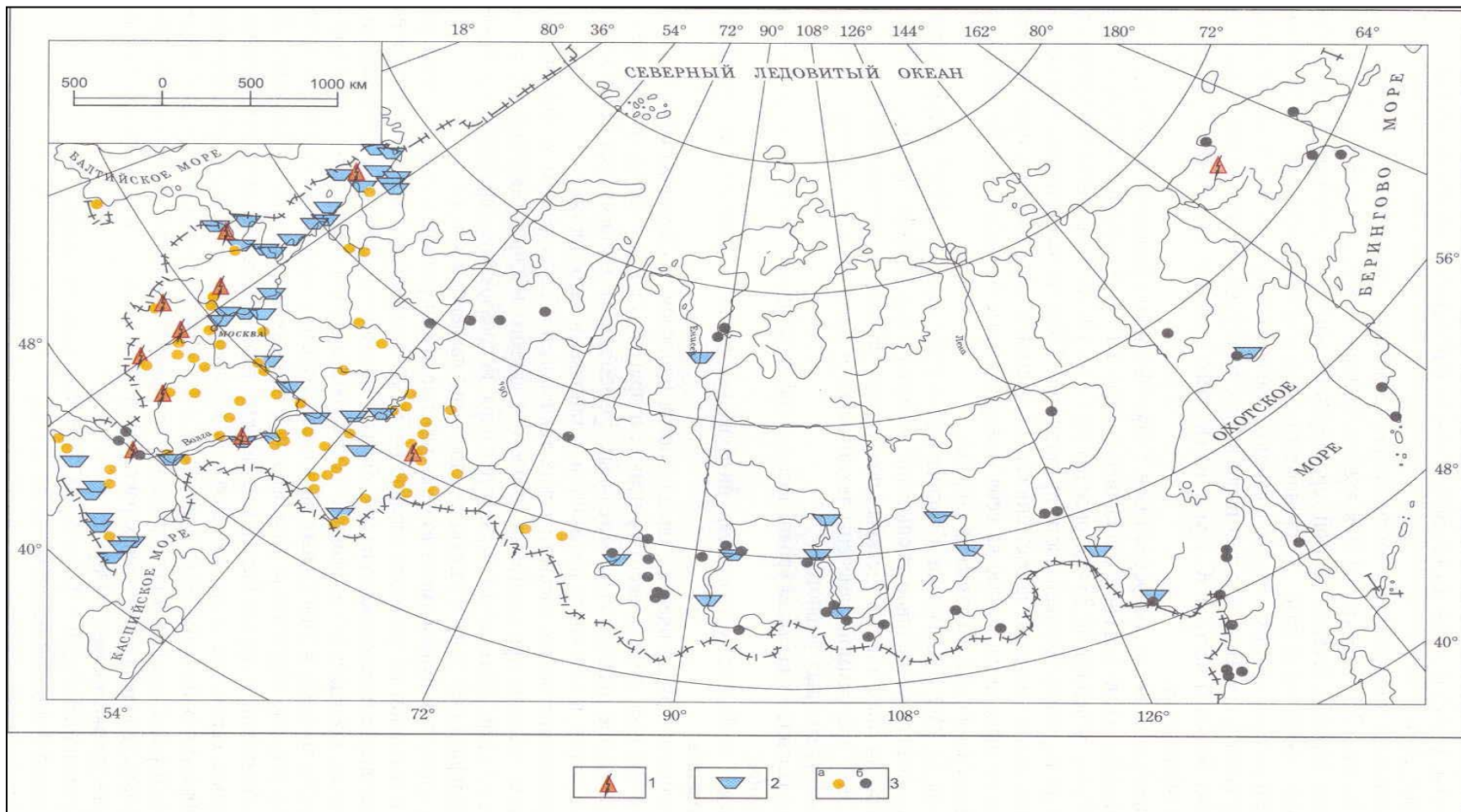


**Формирование механизма и научных приоритетов разработки инновационных технологий секвестрации парниковых газов в Российской Федерации в рамках Киотского протокола**



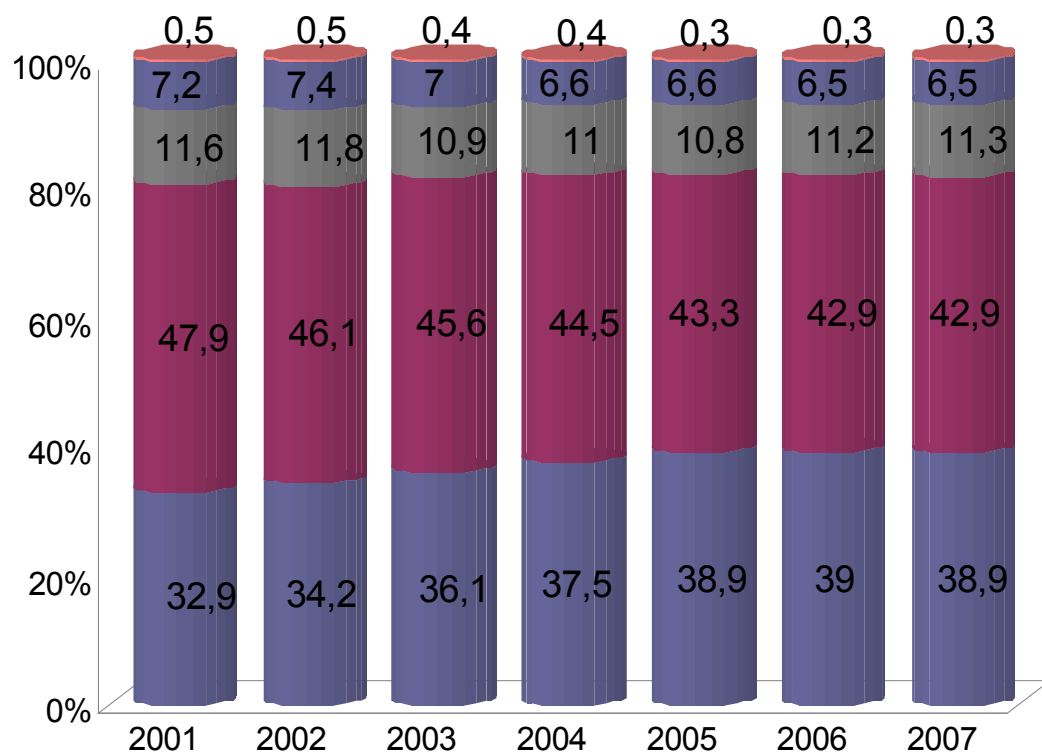
# **ЭНЕРГЕТИКА РОССИИ: состояние и перспективы развития**

# Расположение основных объектов топливно-энергетического комплекса России



1 – атомные электростанции; 2 - гидроэлектростанции; 3 – топливные электростанции, на газе и мазуте (а) на угле (б)

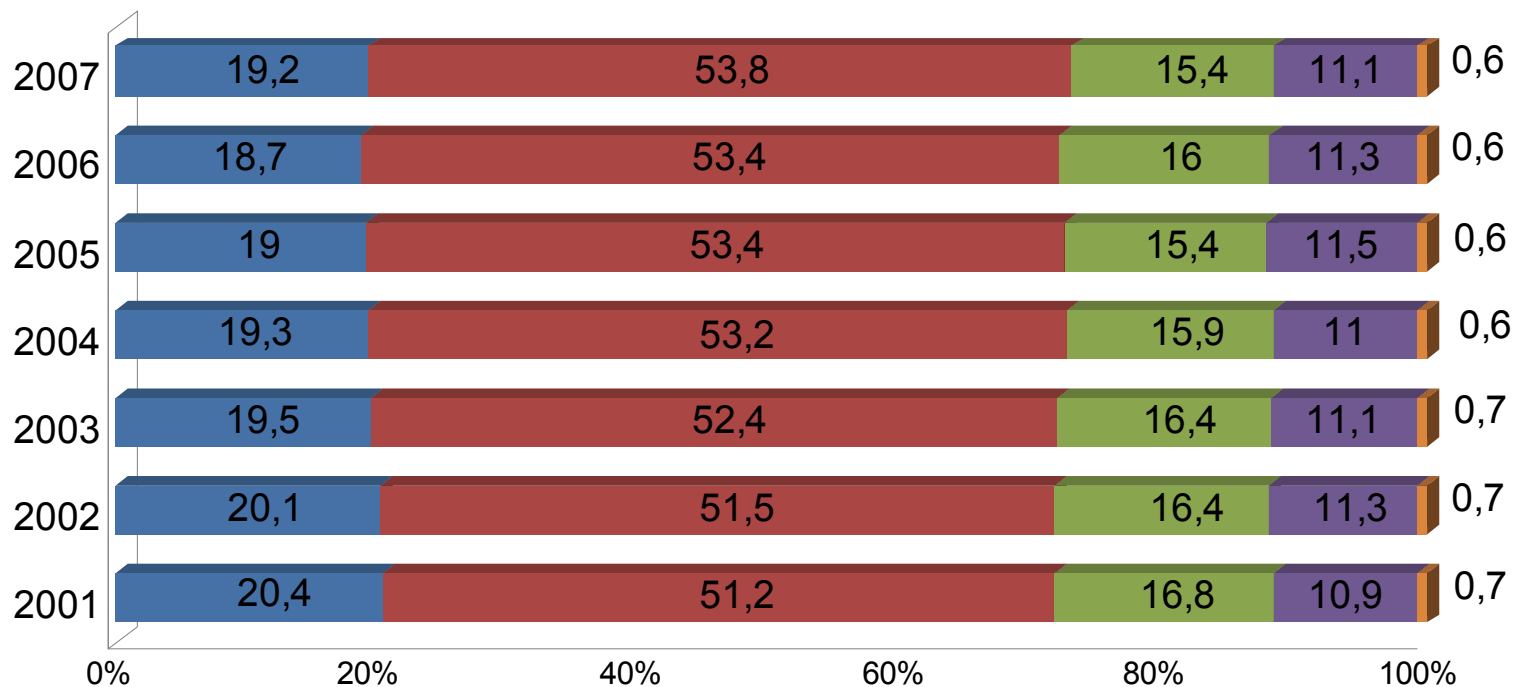
# Динамика структура производства первичных энергоресурсов в 2000-2006 гг.,%



**Производство топлива и энергоресурсов, в т.ч. :**

- прочее
- ядерная и гидроэлектроэнергия
- уголь
- газ
- нефть и конденсат

# Структура и динамика потребления энергоресурсов в 2001-2007 гг., %



Суммарное потребление, в *т.ч.* :

■ нефть и нефтепродукты   ■ газ   ■ уголь   ■ ядерная и гидроэлектроэнергия   ■ прочее

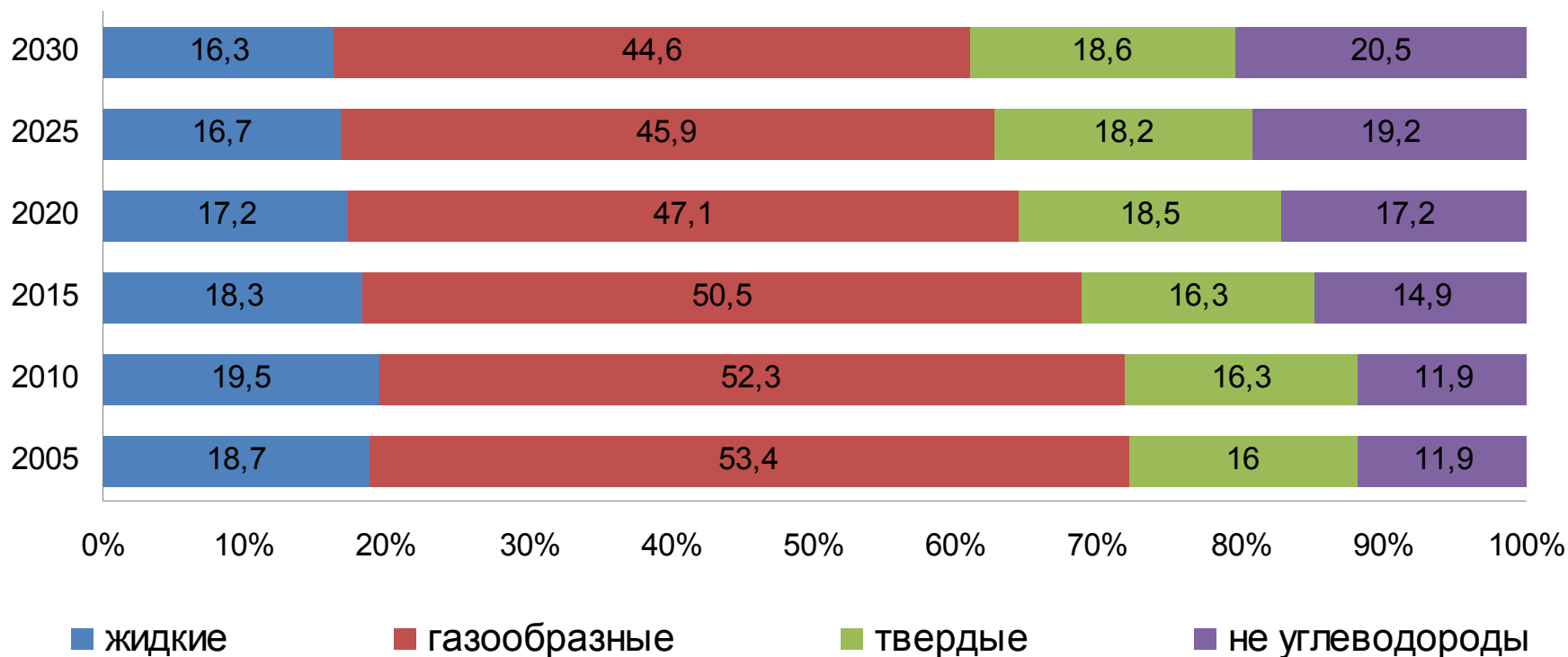
# Потенциал энергосбережения

Отрасль	Электроэнергия, млрд. кВт·ч	Централизованно е тепло, млн. Гкал	Топливо млн. т у.т.	Всего	
				млн. т у.т.	%
Топливо- энергетический комплекс	29-35	70-80	99-110	120-135	33-31
В том числе: электроэнергетика и теплоснабжение	23-28	67-76	70-77	90-100	25-23
Промышленность и строительство	110-135	150-190	49-63	110-140	31-33
Транспорт	7-11	—	22-26	23-30	6-7
Сельское хозяйство	4-5	5	9-11	12-15	3
Коммунально- бытовой сектор	70-74	120-135	51-60	95-110	27-26
<b>ИТОГО</b>	<b>220-260</b>	<b>345-410</b>	<b>230-270</b>	<b>360-430</b>	<b>100</b>

# Потенциал возобновляемых источников энергии в России (М тут/год)

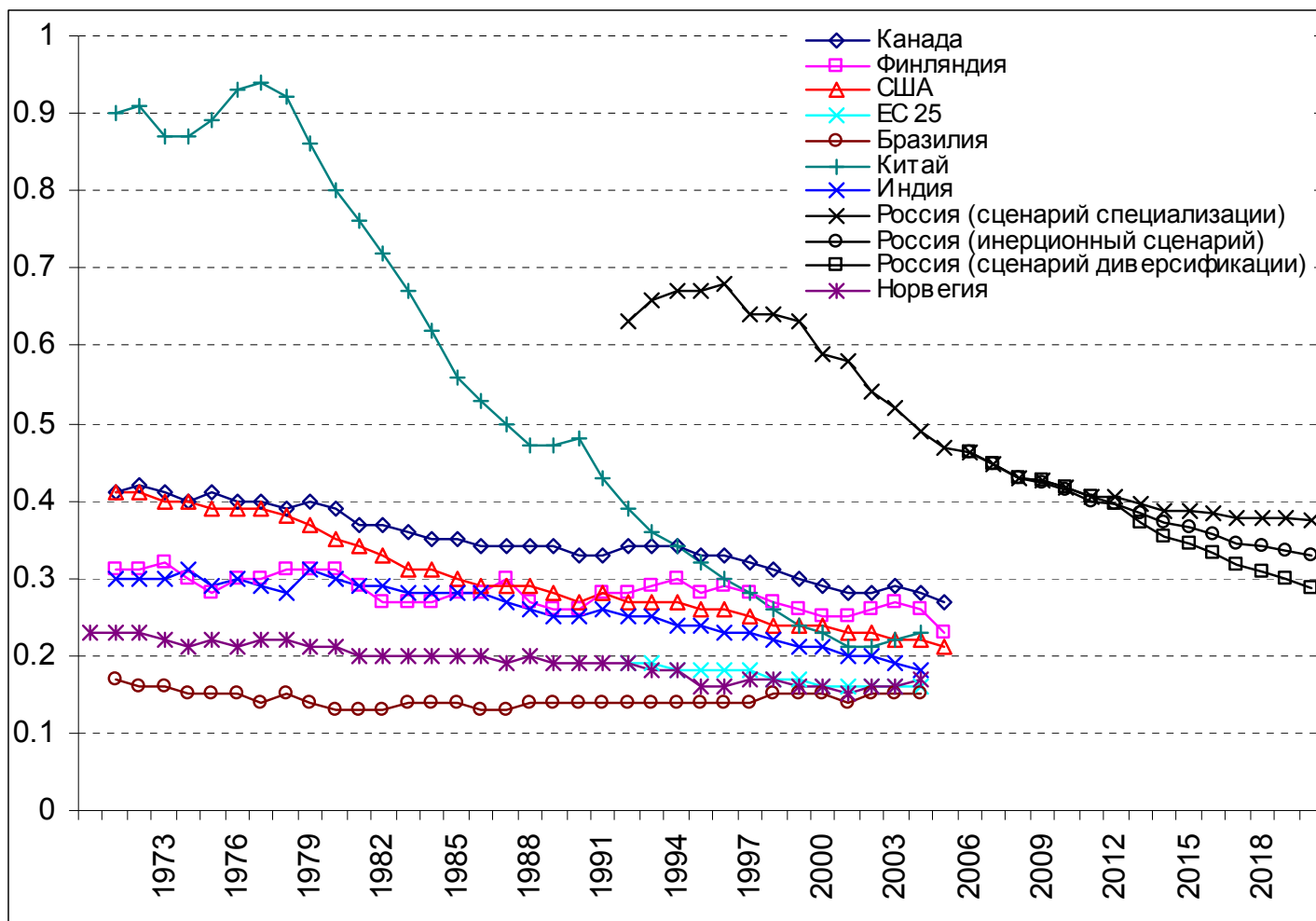
Источник энергии	Валовой потенциал	Технический потенциал	Экономический потенциал
Малые гидроресурсы	360,4	124,6	65,2
Геотермальная энергия	-	-	115,0
Энергия биомассы	10 000	53	35
Энергия ветра	26 000	2000	10,0
Солнечная энергия	2.300.000	2300	12,5
Низкопотенциальное тепло	525	115	36
<b>Суммарные запасы энергии возобновляемых источников</b>	<b>2,34 x 106</b>	<b>4593,0</b>	<b>273,5</b>

# Прогноз структуры потребления первичных энергоресурсов, %



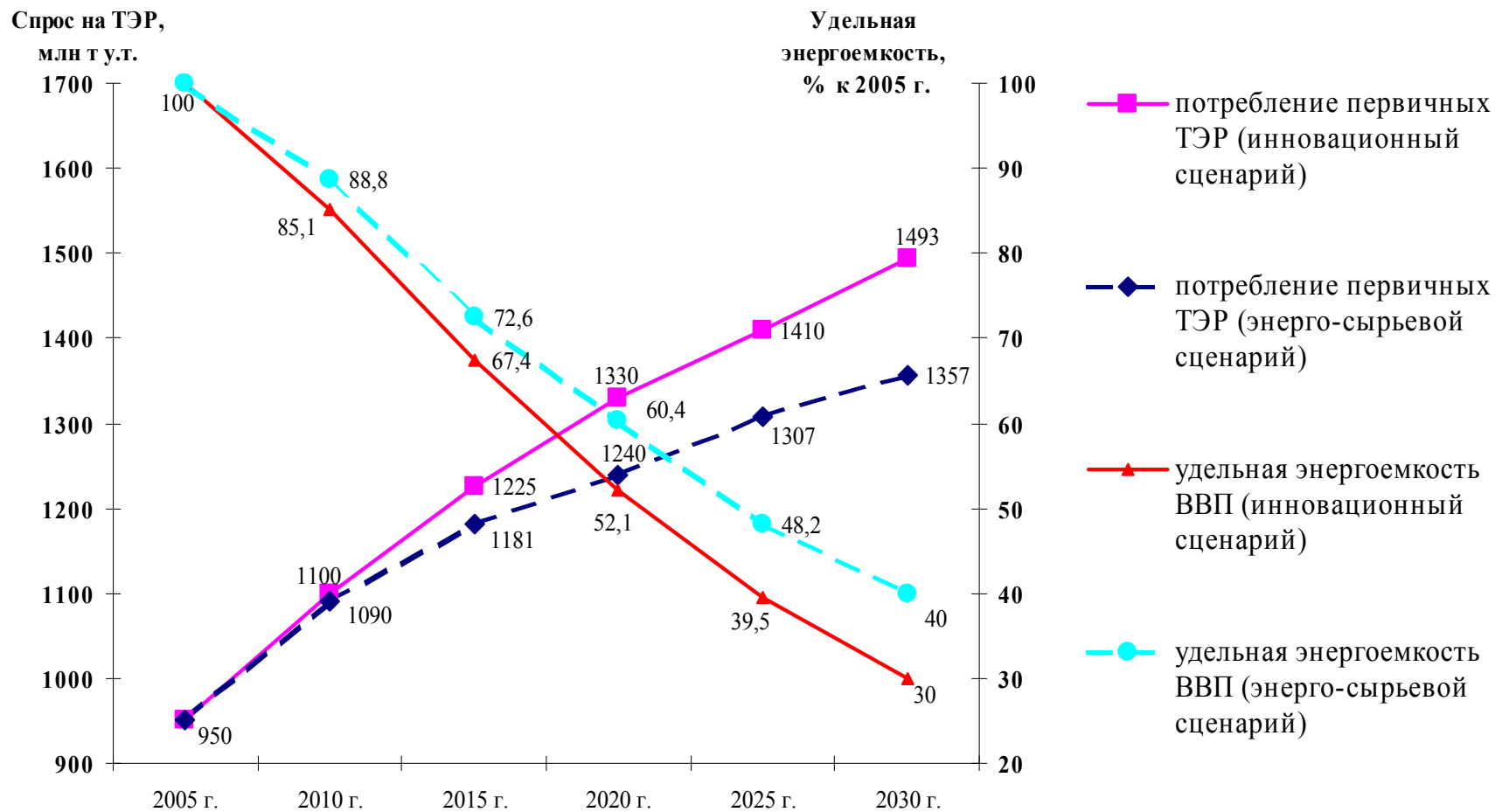


# Динамика энергоемкости в различных странах и в России в 1971-2020 гг.




Источник: расчеты НО ФЭИ «Центр развития», данные IEA.

# Динамика удельной энергоемкости ВВП и внутреннего спроса на первичные ТЭР в России

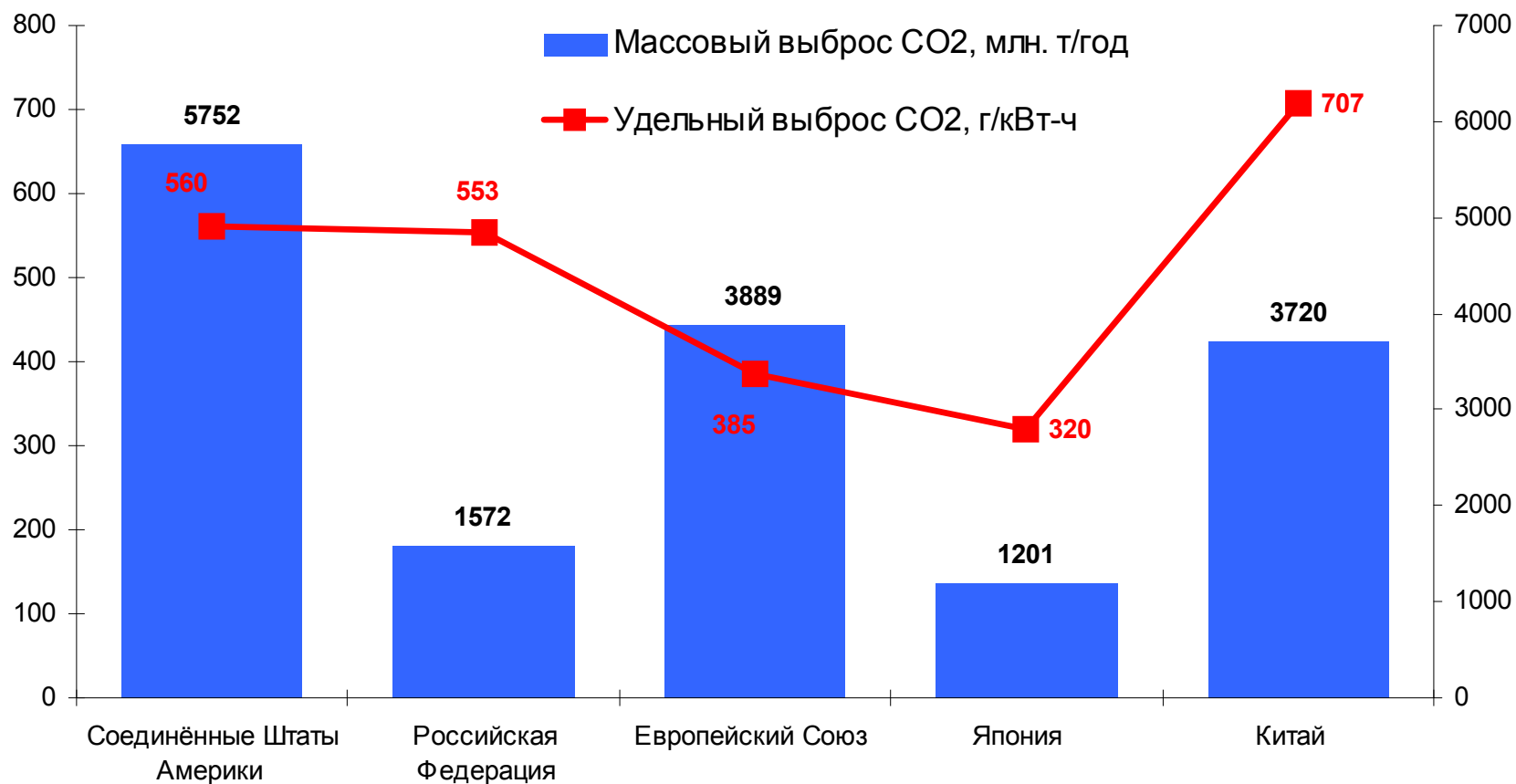


Источник: Отчет НИР «Оценка долгосрочных ориентиров и сценариев социально-экономического развития страны и формирования внутреннего спроса на топливно-энергетические ресурсы; долгосрочных ориентиров и сценариев развития мировых энергетических рынков», Институт энергетики и финансов

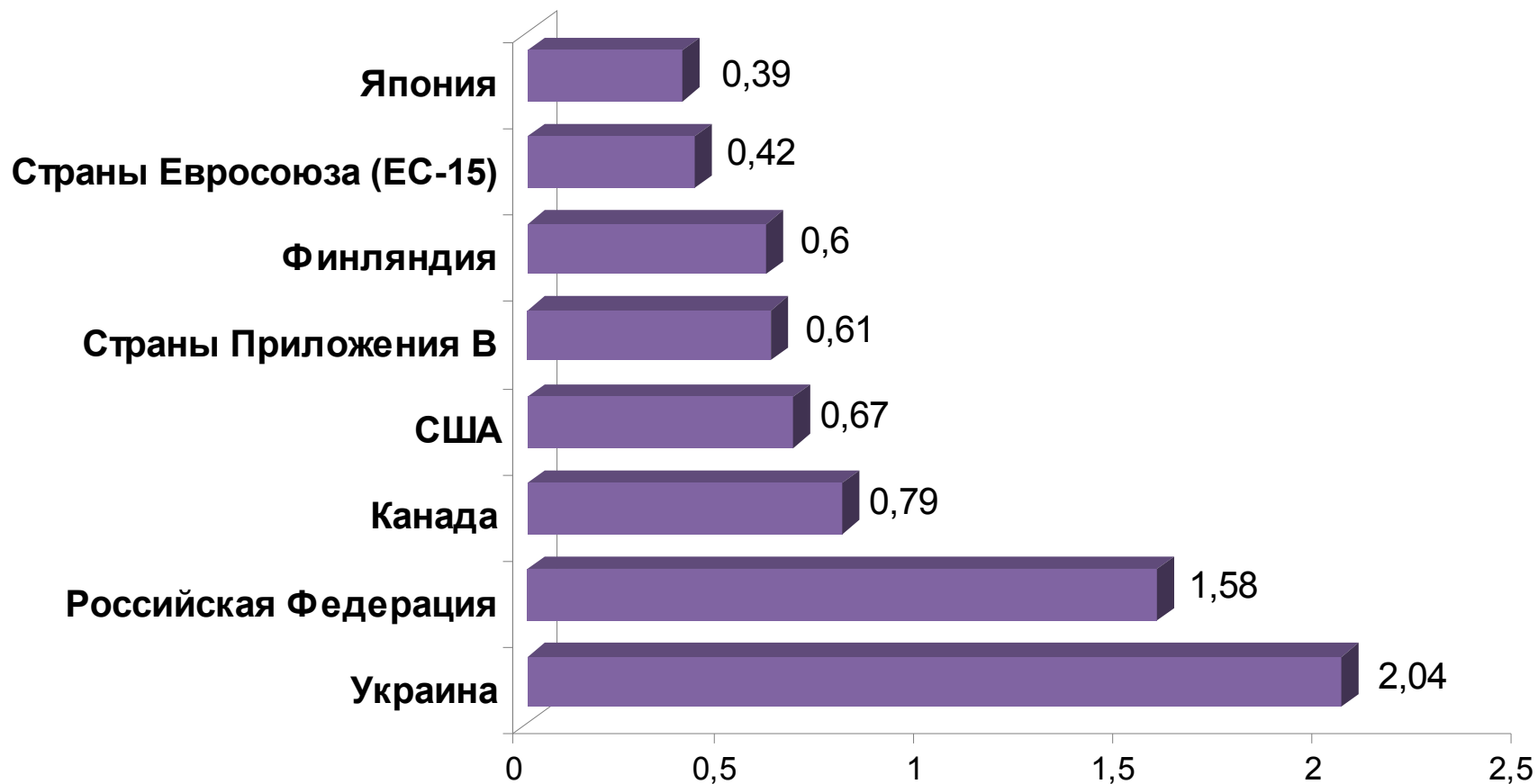


# **Выбросы парниковых газов в России**

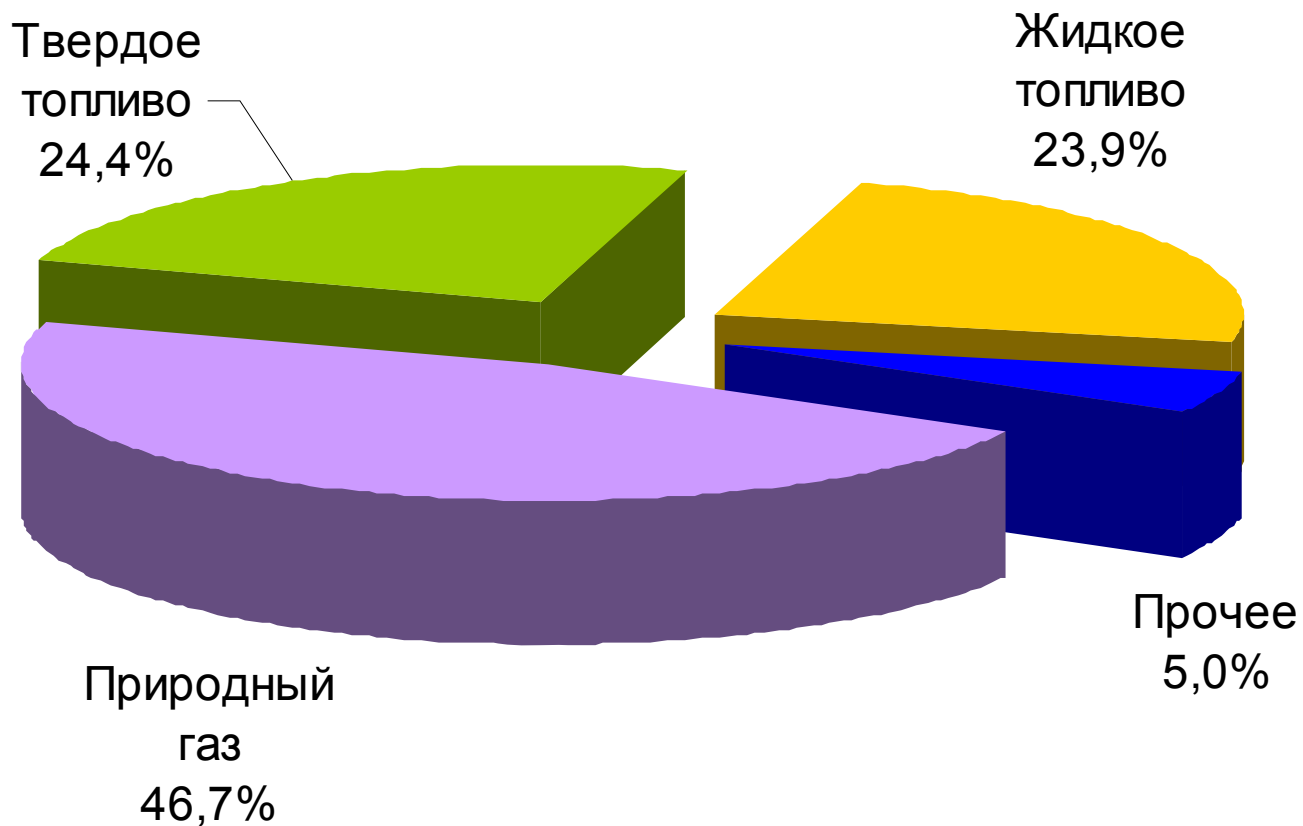
# Удельные и общие выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу на настоящее время



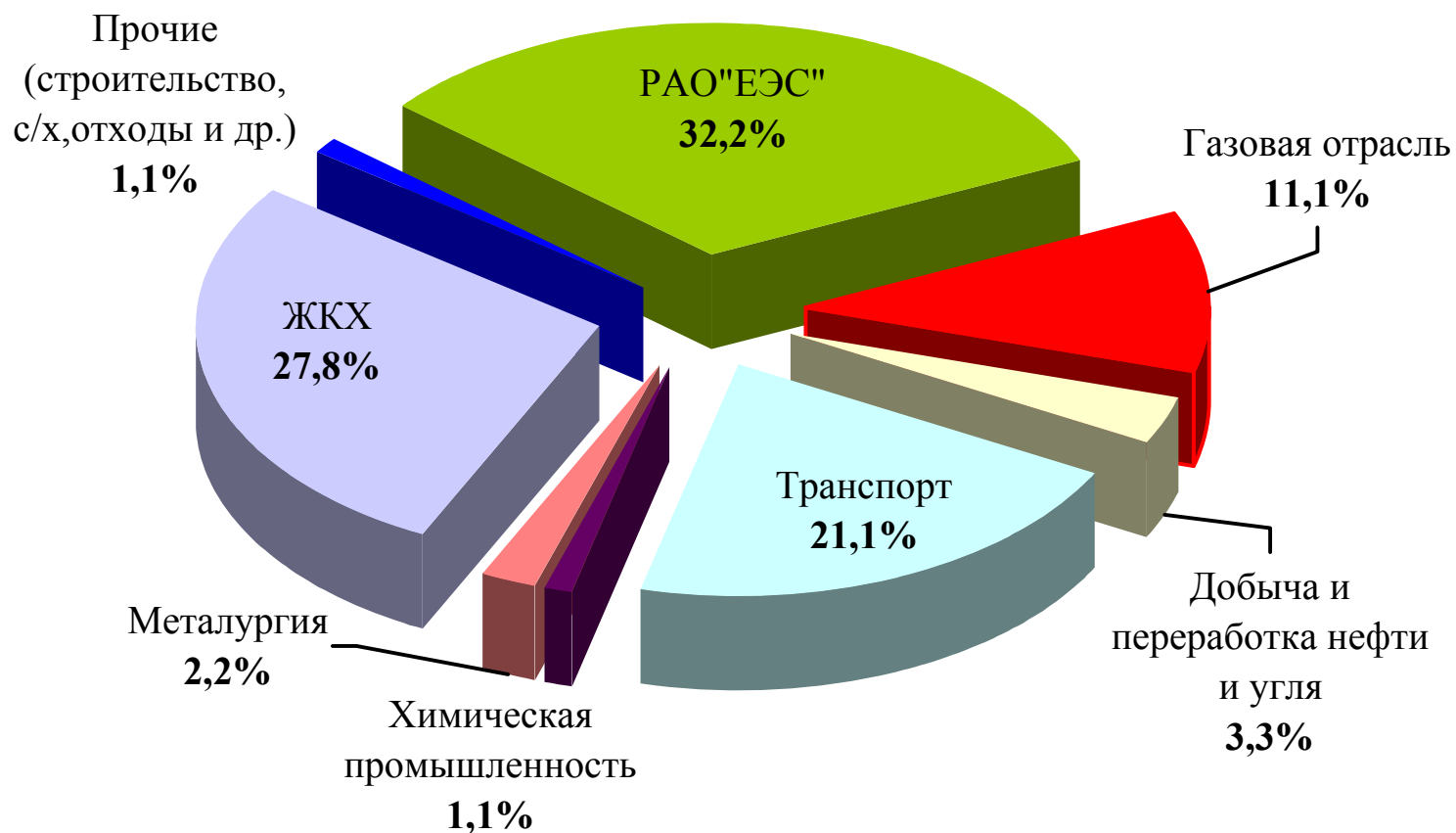
# Эмиссия парниковых газов на 1 доллар США ВВП, кг



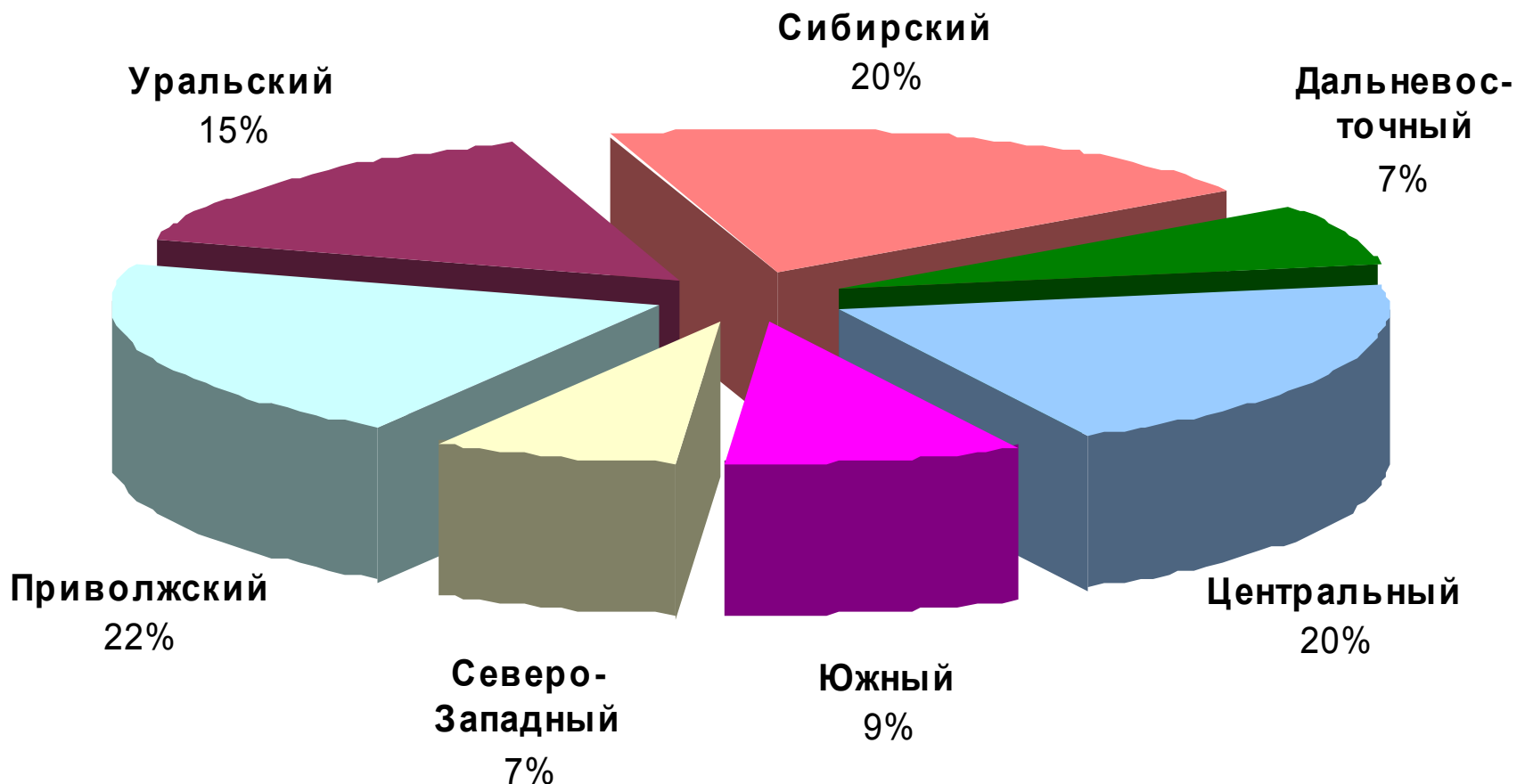
# Доли органического топлива в выбросе CO<sub>2</sub> в России



# Структура выбросов парниковых газов в России по отраслям экономики



# Структура выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива по федеральным округам России






## Усредненные коэффициенты эмиссии углерода в среднем для России

Вид топлива	Кг CO <sub>2</sub> /ГДж
Уголь (среднее значение по всем угольным бассейнам)	25,68
Природный газ (среднее значение для подавляющего числа газопроводов – газ из Западной Сибири)	14,95
Топливный мазут	21,11

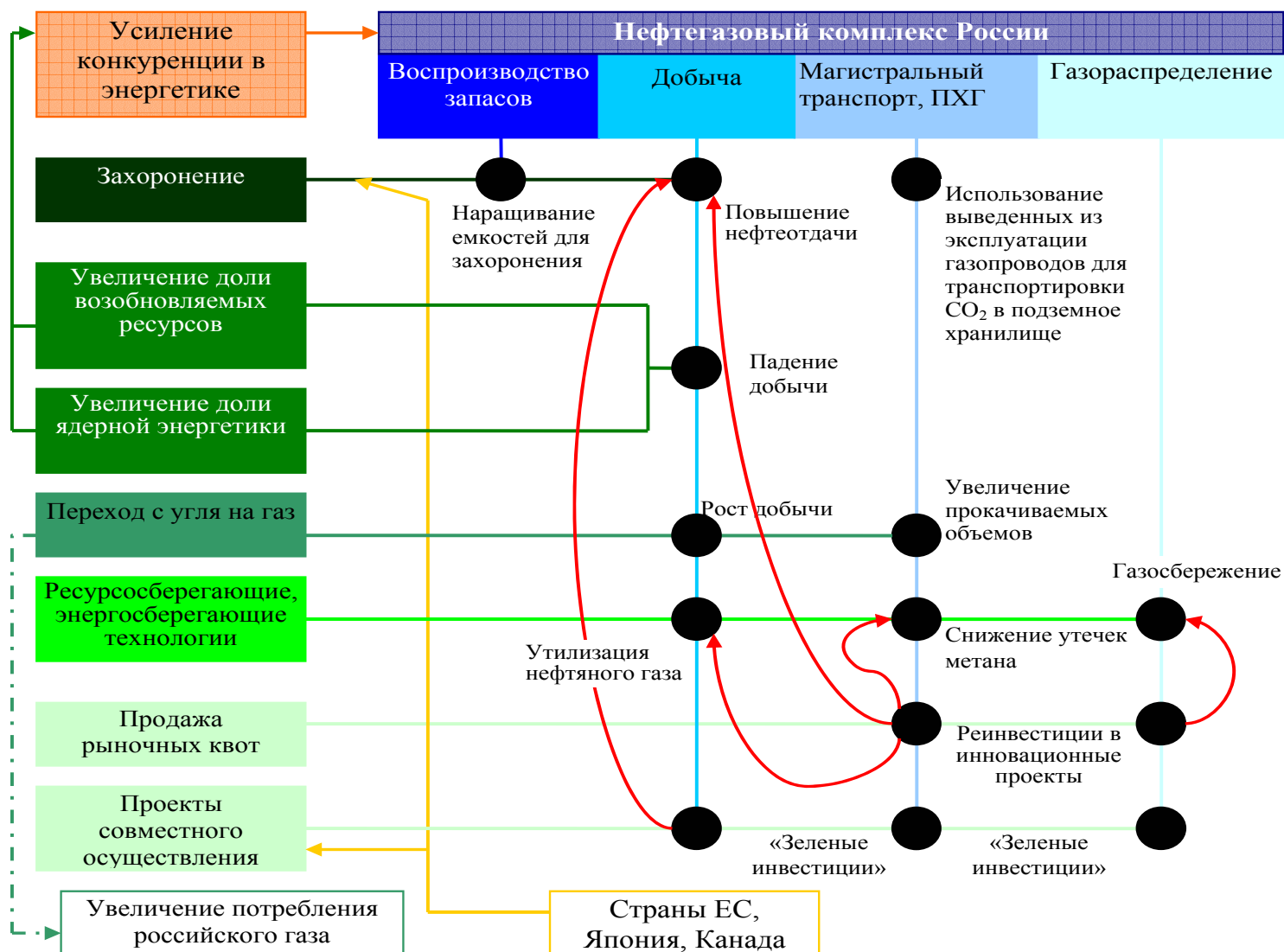
## Средние эмиссии углерода для природного газа

Источник газа	Кг CO <sub>2</sub> /ГДж
Среднее значение для всех газопроводов указанных ниже, газ из Западной Сибири	14,95
Газопровод Средняя Азия - Центр	15,11
Газопровод Саратов- Москва	14,86
Газопровод Оренбург – Александров Гай	16,01
Мострансгаз (кольцо)	14,93



# **Стратегические приоритеты снижения эмиссии парниковых газов**

# Стратегические приоритеты использования механизмов Киотского протокола на примере НГК России



# Опции снижения концентрации парниковых газов в атмосфере

- Увеличение использования числа энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий в электроэнергетике, промышленности, транспорте, сельском хозяйстве (на всех уровнях национальной экономики)
- Замена видов топлива (ископаемое → ископаемое; ископаемое → неископаемое)
- Улавливание и захоронение (секвестрация) углекислого газа
- Рыночные механизмы КП

## Прогноз вклада новых технологий в снижение выбросов CO<sub>2</sub> на примере промышленного комплекса

Технологии	2015	2030	2050	Млрд. т CO <sub>2</sub> /год
Технологии когенерации	*	**	**	0,3
Двигательные системы	**	***	****	1,5
Паровые системы	**	**	**	0,3
Энергоэффективность существующих процессов производства основной продукции	**	**	***	0,4
Инновационные процессы производства основной продукции	-	*	**	0,2
Использование других видов топлива в производстве основной продукции	-	**	***	0,5
Эффективность использование материалов и продукции	-	*	**	0,3
Использование других видов сырья	-	**	***	0,4
Улавливание и захоронение	-	**	****	1,5

Примечание: Снижение выбросов иллюстрируется числом звездочек \* (< 0,1 млрд тонн CO<sub>2</sub> в год), \*\* (0,1–0,3 млрд тонн), \*\*\* (0,3–1 млрд.т), \*\*\*\* (> 1 млрд. т).

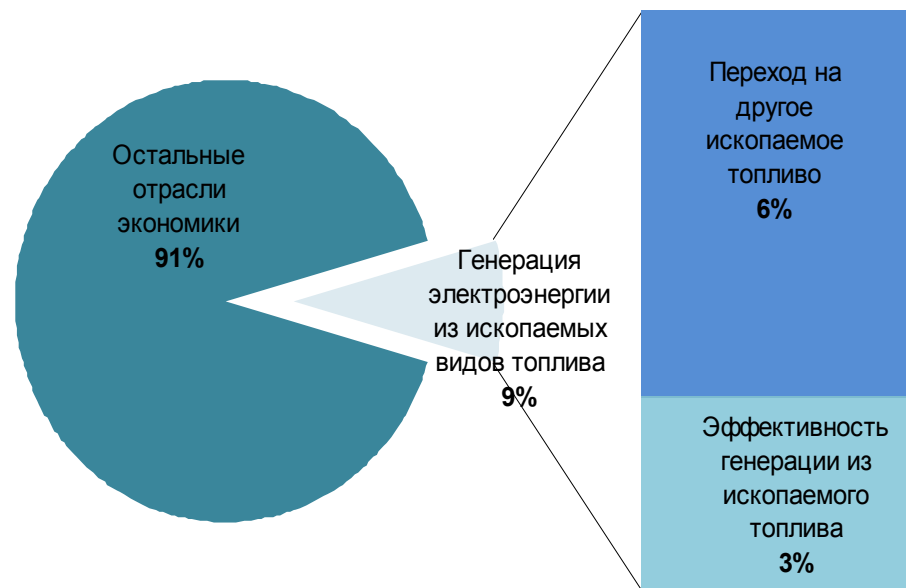
# Вклад технологий генерирования энергии из ископаемого топлива в глобальное уменьшение выбросов CO<sub>2</sub> (сравнение сценариев «с CCS» и «без CCS»)

«С использованием технологий CCS»



Общее снижение выбросов CO<sub>2</sub> –  
32,1 млрд. т

«Без использования технологий CCS»



Общее снижение выбросов CO<sub>2</sub> –  
28,3 млрд. т

# Прогноз развития новых технологий направленных на снижение выбросов парниковых газов

ТЕХНОЛОГИИ	2010 г.	2020 г.	2030 г.	2040 г.	2050 г.	Снижение выбросов
						в 2050 г. Млрд. т CO <sub>2</sub> /год
Технологи когенерации						0,3
Двигательные системы						1,5
Паровые системы						0,3
Энергоэффективность существующих процессов производства основной продукции						0,4
Инновационные процессы производства основной продукции						0,2
Использование других видов топлива в производстве основной продукции						0,5
Эффективность использования материалов и продукции						0,3
Использование других видов сырья						0,4
Улавливание и захоронение						1,5

Стадия когда технология является конкурентоспособной без стимулирования выбросов CO<sub>2</sub>

Стадия когда технология является конкурентоспособной при условии стимулирования выбросов CO<sub>2</sub>

Правительственная поддержка внедрения

Стадия демонстрации

Стадия научно-исследовательских работ

# Секвестрация (CCS, улавливание и захоронение) как процесс, включает:



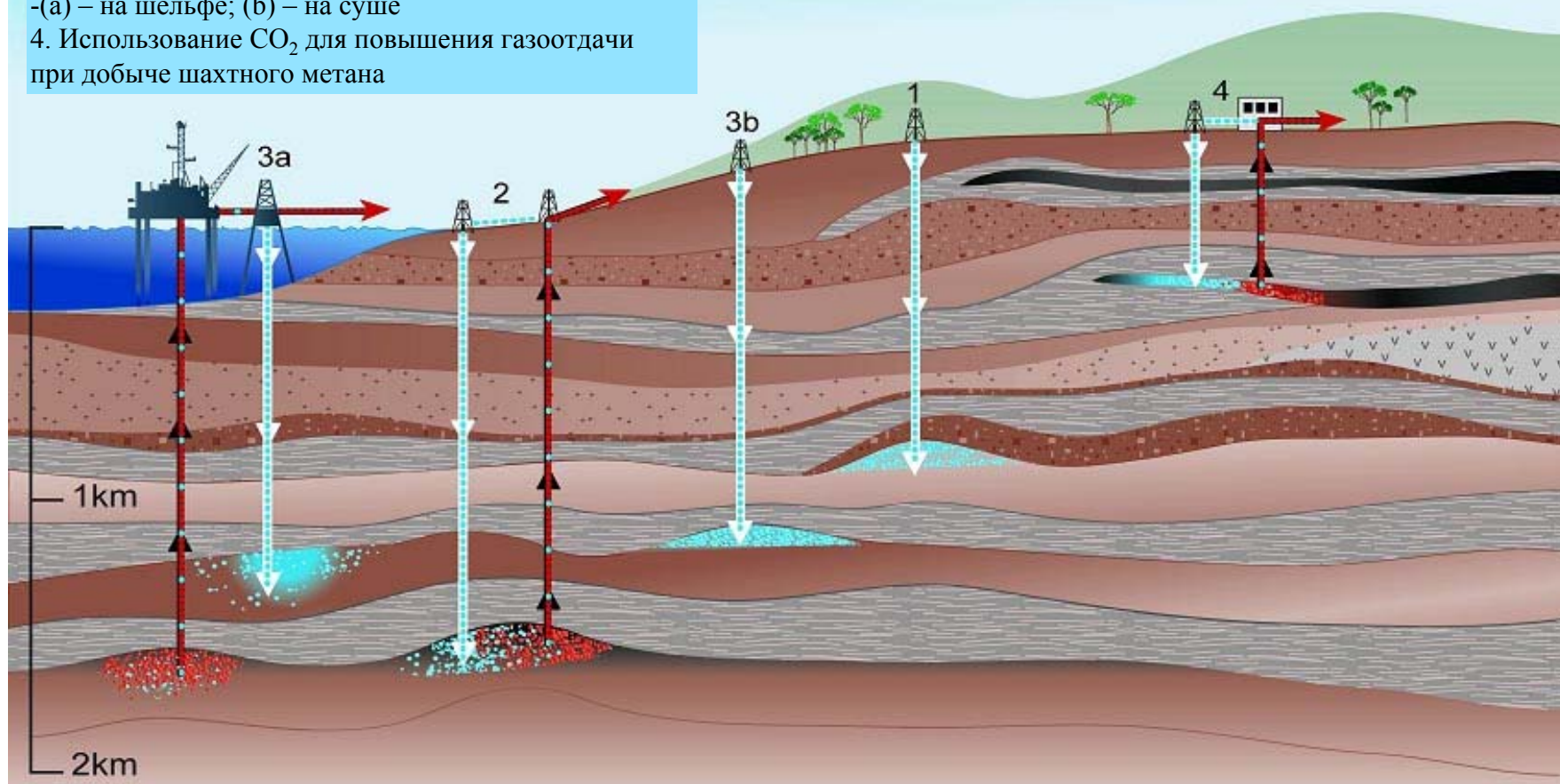


# Виды геологического захоронения CO<sub>2</sub>

## Опции геологического захоронения

1. Истощенные нефтегазовые резервуары
2. Использование CO<sub>2</sub> для повышения нефте- и газоотдачи
3. Глубокие соляные формации, водоносные пласты  
-(a) – на шельфе; (b) – на суше
4. Использование CO<sub>2</sub> для повышения газоотдачи при добыче шахтного метана

— Добыча нефти и газа  
— Закачиваемый CO<sub>2</sub>  
— Захороненный CO<sub>2</sub>




# Классификация подземных формаций для захоронения CO<sub>2</sub> и их свойства по Холловею

Типы резервуаров	Специальные свойства
Нефтегазовые резервуары и сверхгерметичные водоносные пласты	Ограничение давления в связи с геомеханическими особенностями
Гидростатические водоносные пласты в антиклинальных структурах	Характеризуются ненарушенностью покрывающих пород
Гидростатические водоносные пласты в моноклинальных структурах	То же, топография покрывающих пород определяется миграцией CO <sub>2</sub>
Глубокие водоносные пласты с полупроницаемым изолирующим слоем	Характеризуются растворением углекислого газа в морской воде во время миграции
Рыхлые осадочные породы на глубине более 1000 метров	Характеризуется формацией герметичных гидратов в осадочных породах

# Потенциальная емкость геологических формаций для захоронения

Тип резервуаров	Минимальная оценка емкости захоронения, Гт CO <sub>2</sub>	Максимальная оценка емкости захоронения, Гт CO <sub>2</sub>
Нефтегазовые месторождения	675	900
Глубокие соляные формации (водоносные пласты)	1000	Точно неизвестен, возможно до 10000
Неразрабатываемые угольные пласты	3-15	200

При существующем на настоящее время уровне мировой эмиссии CO<sub>2</sub> около 25 Гт в год становится ясно что улавливание и захоронение имеет глобальное значение для предотвращения выброса парниковых газов



# **Задачи российской науки в сфере развития технологий секвестрации**

# Основные исследовательские задачи российской науки в контексте Киотского протокола

1. Разработка механизмов, широкомасштабного использования природоохранных технологий и рыночных возможностей Киотского протокола.
2. Создание мониторинговой системы, учитывающей выбросы парниковых газов на уровне федерации, региона, предприятия
3. Анализ тенденций изменения климата и прогнозирование основных макроэкономических параметров влияющих на выбросы парниковых газов
4. Оценка возможностей использования технологий секвестрации в энергетике и промышленности
5. Анализ опыта государства и частного бизнеса в западных странах по использованию механизмов снижения выбросов парниковых газов
6. Разработка технологических нормативов по использованию опций снижения эмиссии парниковых газов.

# Эффекты внедрения инновационных технологий секвестрации

- Снижение уровня выбросов парниковых газов и повышения экологичности промышленного производства.
- Рациональное и комплексное использование подземного пространства при решении задач энергетической и минерально-сырьевой безопасности.
- Создание экологически чистых инновационных технологий генерации энергии.
- Выполнение международных обязательств по предотвращению изменения климата в планетарном и национальном масштабе.

# Научные приоритеты в области исследований технологий секвестрации

- Генерация новых знаний для формирования научных приоритетов и разработки технологий улавливания и захоронения парниковых газов в недрах Российской Федерации.
- Получение новых знаний в сфере изучения физико-химических процессов горения ископаемого топлива, улавливания, транспортировки и захоронения парниковых газов на новых научных принципах.
- Новые подходы и модели к оценке и переоценке подземного пространства с целью определения дополнительных эффектов использования геологических формаций с учетом экологических факторов.
- Формирование системы геолого-экологических карт, оценивающих потенциал захоронения  $\text{CO}_2$  в геологических структурах различного типа с учетом источников эмиссии, инфраструктуры и природоохранных рисков.

# Рекомендации для внедрения механизмов секвестрации в России

- Определить возможность использования мероприятий CO<sub>2</sub>-ПНО в рамках проектов совместного осуществления.
- Установить сущность (характер, основные свойства) и размер рынка CO<sub>2</sub>-ПНО и захоронения CO<sub>2</sub> – достаточно детально для каждого нефтедобывающего бассейна из числа основных.
- Выявить диапазон цен, которые могут позволить себе различные региональные операторы CO<sub>2</sub>-ПНО при покупке улавленного CO<sub>2</sub>; при этом следует учитывать, что цена отражает объем CO<sub>2</sub>, расстояние до нефтяного бассейна и качество нефтяных месторождений в бассейне.
- Оценить стратегические аспекты взаимодействия правительства нефтегазовых компаний, научно-исследовательских институтов и экологических организаций.
- Разработать нормативно-правовые механизмы стимулирования исследований и внедрения технологий секвестрации.



# Эффект от участия в рыночных механизмах Киотского протокола

- Снижение национальной эмиссий ПГ
- Получение дополнительного дохода
- Улучшение инвестиционного климата
- Стимулирование инновационного развития промышленности.
- Повышение эффективности использования энергии и ресурсов.
- Решение региональных экологических проблем.
- Перевод отдельных месторождений в категорию балансовых.

# Стимулы к участию в углеродном рынке для российских предприятий

- Возможность привлечения в проекты по модернизации техники и технологии
- Выход компаний на мировые углеродные рынки (в том числе и посредством МЧР)
- Повышение экологического рейтинга компании
- Продвижение наукоемких технологий на новые рынки
- Увеличение конкурентоспособности предприятий
- Повышение привлекательности инвестиционных проектов для стратегических инвесторов за счет повышения рентабельности инвестиций
- Финансовое, страховое, консультационное обслуживание операций на углеродном рынке

# Заключение

- Российская энергетика обладает высокой энергоемкостью, что может повлиять на увеличение выбросов парниковых газов и создаст в перспективе проблемы по выполнению обязательств заложенных в Киотском протоколе.
- Киотский протокол и механизмы заложенные в нем позволят решить две важные задачи снижение антропогенных выбросов парниковых газов и ускоренное внедрение природоохранных технологий.
- Эффективное использование рыночных механизмов Киотского протокола позволит аккумулировать дополнительные инвестиции на повышение энергоэффективности экономики, в том числе и для реализации инновационных проектов по секвестрации.
- Необходимо активное участие российских научных организаций в процессе создания научно-технической продукции, направленной на последующее промышленное использование и внедрение природоохранных технологий.
- Для оценки возможностей использования технологий секвестрации необходимо провести детальную оценку существующих технологий улавливания  $\text{CO}_2$  из процессов горения и его транспортировки до мест захоронения.
- Необходимо проводить исследования потенциала захоронения  $\text{CO}_2$  по геологическим формациям, в том числе по нефтегазовым месторождениям.
- Одним из научных приоритетов в области геологического захоронения является применение методов нефтеотдачи пластов с закачкой  $\text{CO}_2$  в истощенные месторождения.
- Требуется разработать геолого-экономическую методику оценки резервуаров для хранения  $\text{CO}_2$ .
- Необходимо провести оценку возможностей использования экономических механизмов Киотского протокола при внедрении технологий секвестрации в промышленности и энергетике.



**Спасибо за внимание!**