

2 ИЮНЯ 2018 ГОДА

ПРОДВИНУТАЯ АНАЛИТИКА АРГОНН ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ



БРЮС ГАМИЛЬТОН

Менеджер программ, Global Energy Solutions

www.es.anl.gov

bhamilton@anl.gov

Argonne 
NATIONAL LABORATORY

ПЛАН ПРЕЗЕНТАЦИИ

1. Введение в глобальные энергетические решения
2. Поддержка Национального планирования АБР
3. Поддержка Регионального планирования АБР
4. Дополнительные области поддержки
 - Моделирование энергетического рынка и РЕ интеграция
 - Институциональное наращивание потенциала для повышения устойчивости энергосистемы
 - Планирование транспортной системы
 - Оценка технологического бизнеса

Отдел энергетических систем

U.S. EV-Smart Grid

Центр взаимодействия

CEEESA

Глобальные энергетические решения

Расширенный источник фотонов (РИФ)

Объединенный центр исследований энергохранилищ (ОЦИЭ)

Argonne Leadership Computing Facility (ALCF)

Аргоннская национальная лаборатория

02/06/18

3³

ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ОБЛАСТИ СОСРЕДОТОЧЕННОСТИ



ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ РИСКА



BSEE
Bureau of Safety and Environmental Enforcement

Research Report by Argonne's Strategic Alliance for Global Energy Solutions (SAGES)

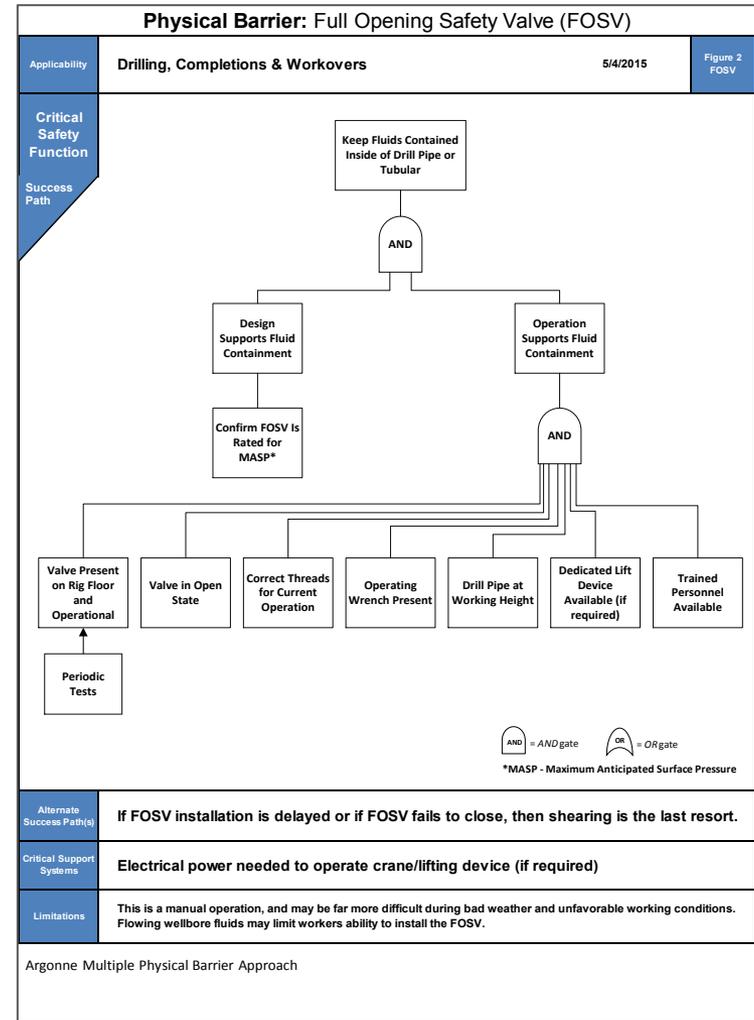
AUGUST | 2017



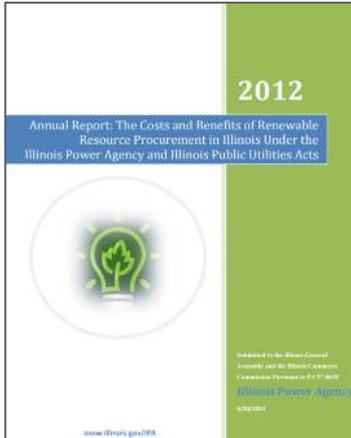
Risk-Based Evaluation of Offshore Oil and Gas Operations Using a Multiple Physical Barrier Approach



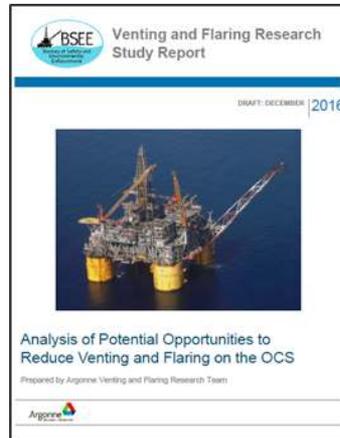
Argonne
NATIONAL LABORATORY



ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЛИТИКУ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ



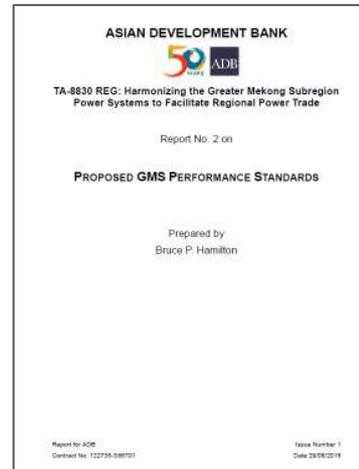
Анализ затрат и выгод государственной и федеральной энергетической политики



Национальные генеральные планы в области энергетики



Трансформация инфраструктуры

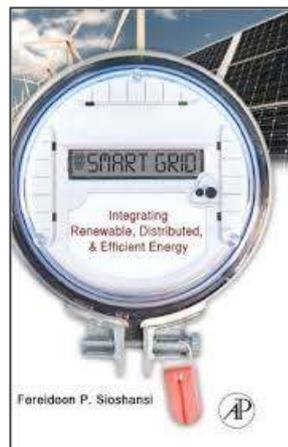


Региональная взаимосвязь и энергетическая торговля

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ



Regional Training Course on Evaluation of Cost-effective Energy Technologies, Including Nuclear Power, as NDCs for Climate Change Mitigation
IAEA / Argonne Training Course



Исследование, оценка и идентификация лучших международных практик



Планирование распределения генерации и распределения



Институциональное наращивание потенциала

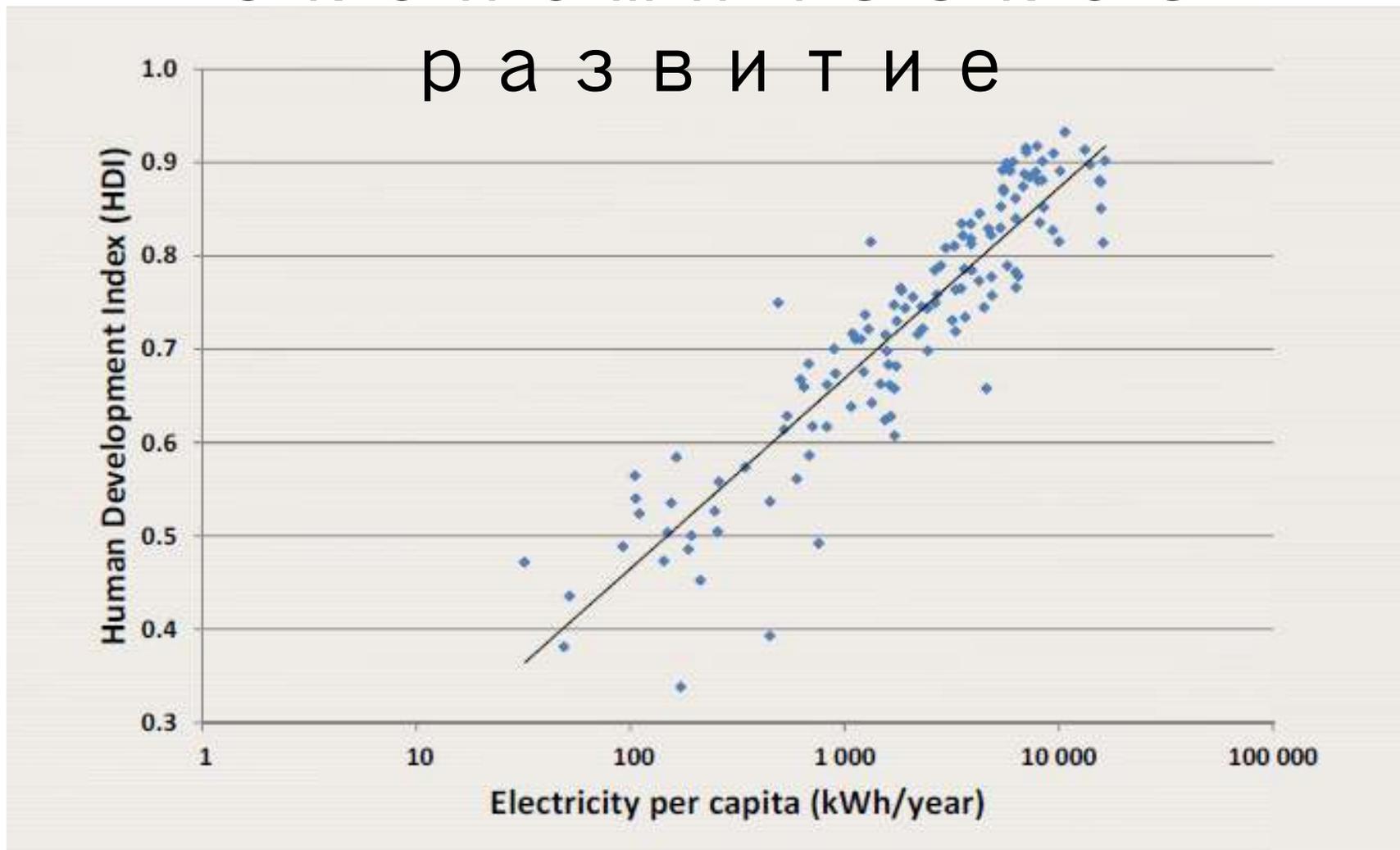
КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ

1. Введение в глобальные энергетические решения
2. Поддержка Национального планирования АБР
3. Поддержка регионального планирования АБР
4. Дополнительные области поддержки

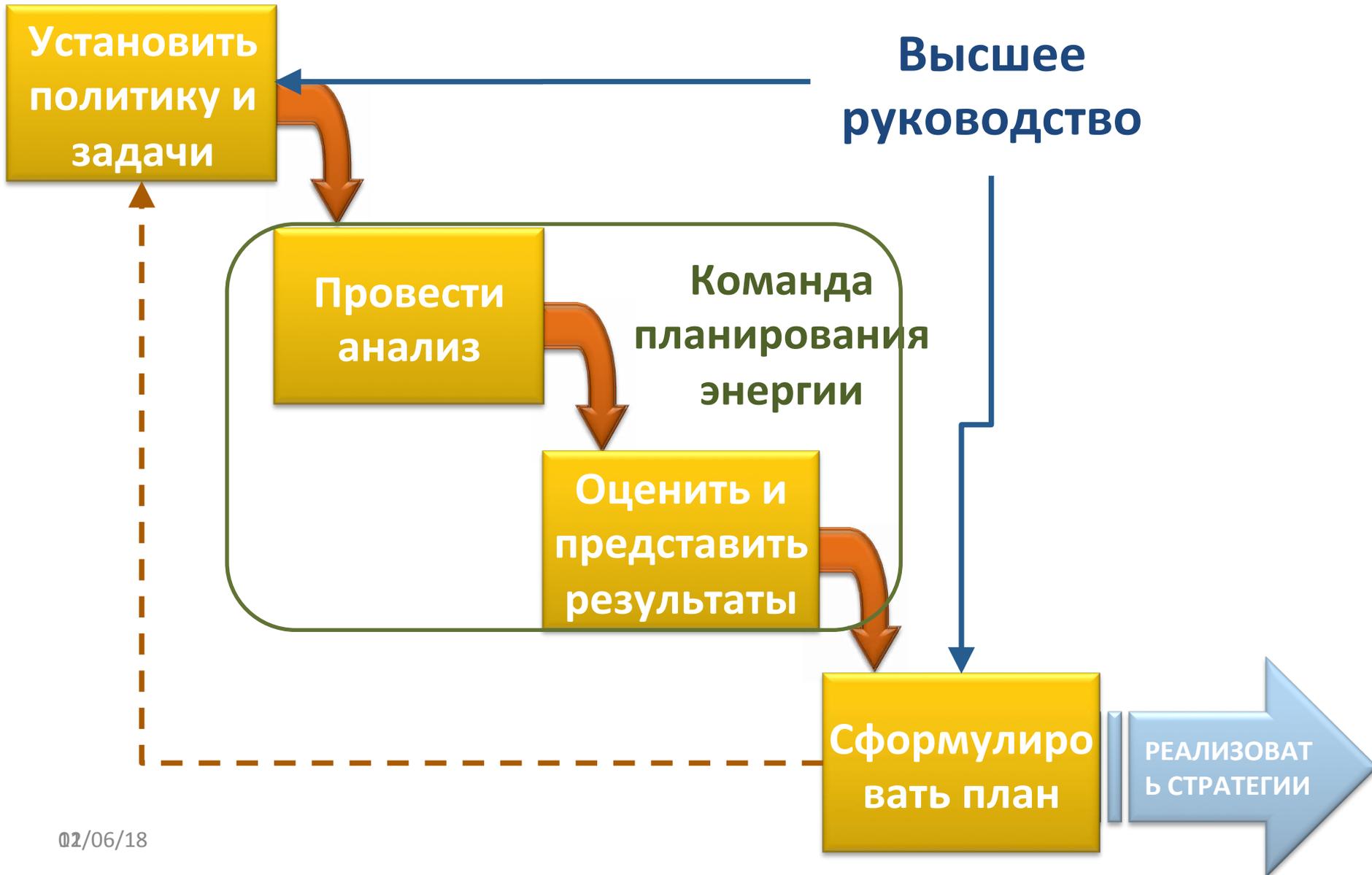
И н д е к с р а з в и т и я ч е л о в е ч е с к о г о п о т е н ц и а л а



К Л Ю Ч Е В Ы М В К Л А Д О М В С О Ц И А Л Ь Н О - Э К О Н О М И Ч Е С К О Е Р А З В И Т И Е



ПРОЦЕСС ПЛАНИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ



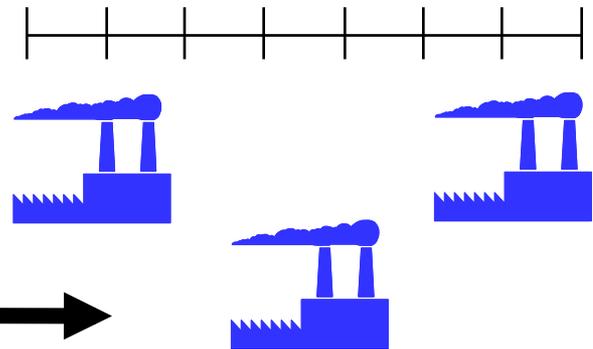
планирования энергосистемы WASP

ВХОД

- Прогноз нагрузки
- Существующая система
- Кандидаты
- Ограничения:
 - Надежность
 - Реализация
 - Топливо
 - Генерация
 - Выбросы



ВЫХОД



- График строительства
- Генерация
- Расходы
- Потребление топлива
- *Выбросы*

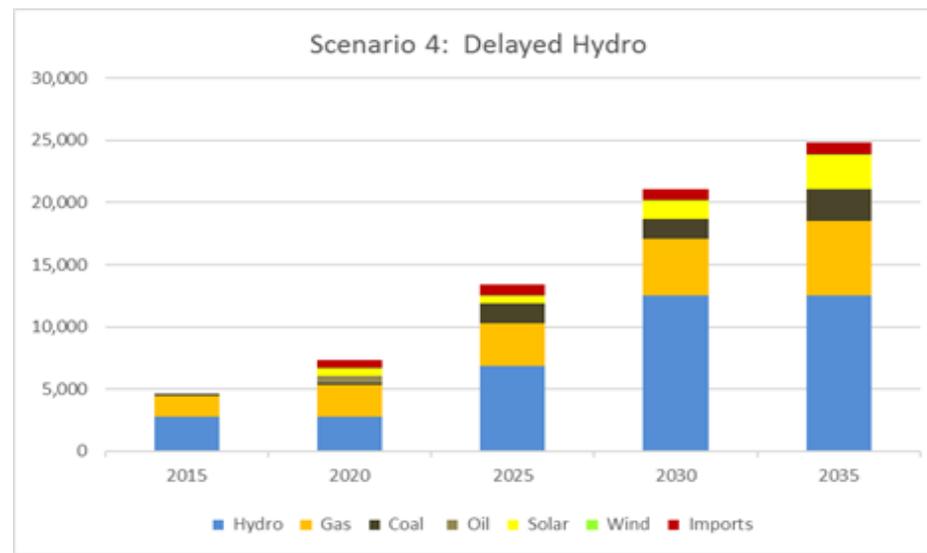
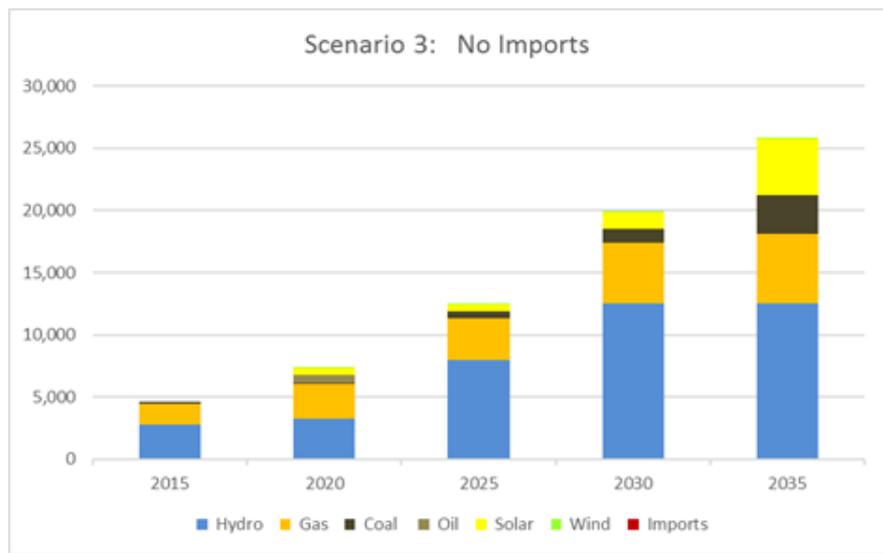
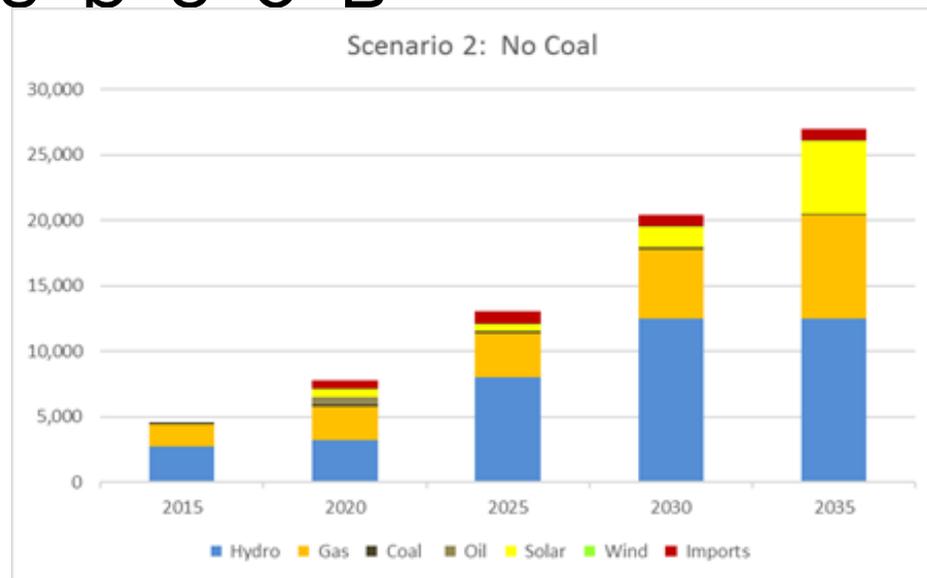
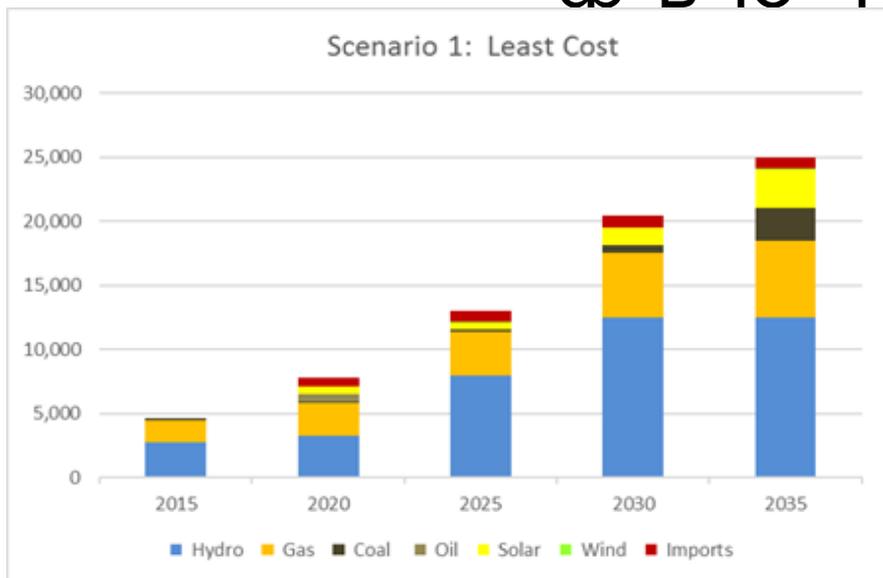
МАГАТЭ распространяет WASP для использования в более чем 107 странах и 12 международных агентствах

планированию
расширения генерации
с помощью WASP



Тренинг АБР по WASP в МЭиЭ

Анализ альтернативных фьючерсов



С р а в н е н и е с ц е н а р и е в

GOALS	Key Performance Indicators	Units	Least Cost	No Coal	No Import	Delayed Hydro
Sustainable	CO2 Emissions	M tonnes	147	127	185	224
	Renewables in 2035	%	12%	21%	18%	11%
Reliability	Average LOLP	hour / yea	7.5	8.5	8.5	8.7
Competitive	Total cost	billion \$	20.19	20.25	20.85	22.88
	Foreign fuel bill	billion \$	16.1	17.5	14.9	21.9

Best
 2nd best
 2nd worst
 Worst

Описание Презентации

1. Введение в глобальные энергетические решения
2. Поддержка Национального планирования АБР
3. Поддержка регионального планирования АБР
4. Дополнительные области поддержки

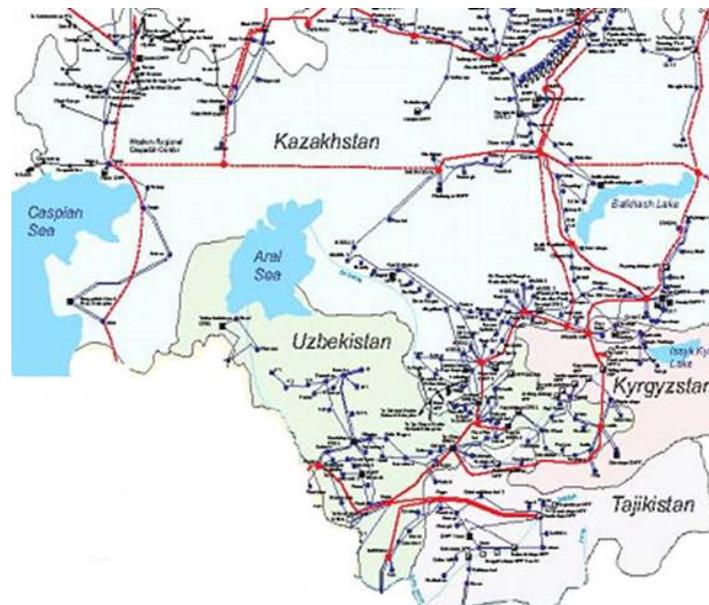
ПОДДЕРЖКА РЕГИОНАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ АРГОНН, ФИНАНСИРУЕМОГО АЗИАТСКИМ БАНКОМ РАЗВИТИЯ

Региональный генеральный план энергетического сектора ЦАРЭС

- Поддерживаемый проект АБР по разработке интегрированного плана расширения передачи и генерации

Консультант АБР в регионе Большого Меконга Региональный комитет по координации торговли энергией

- Определенные стандарты производительности для согласования энергосистем GMS для содействия региональной торговле электроэнергией
- Проведен демонстрационный анализ определения сроков, количества и цен взаимовыгодной торговли энергией между Китаем/Лаосской Народно-Демократической Республикой/Таиландом.



Доказанный подход к содействию региональной энергетической торговле

Создать группу регионального планирования

Эксперты, обученные вопросам планирования передачи

Хорошо проинформированы об участвующих энергетических системах

Разработка платформы последовательного анализа

Общая база данных

Общее программное обеспечение

Согласованные принципы

Постоянное наращивание потенциала по средствам планирования

Национальная модель

Интеграция региональной модели

Исследования в области регионального планирования

Заседания группы регионального планирования

Региональные торговые выгоды от использования общей аналитической рамки



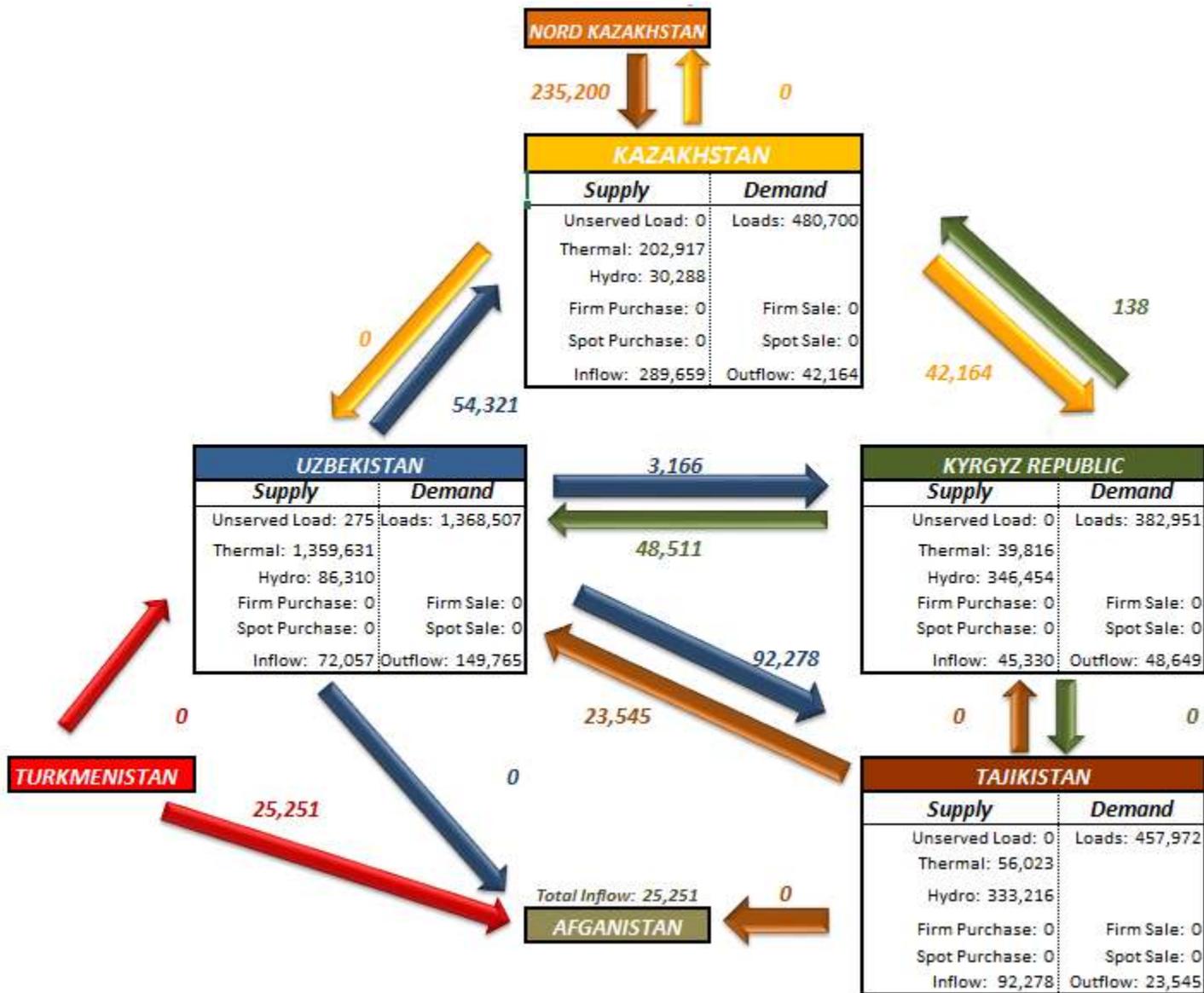
- Планирование повышения генерации
 - Подготовить оптимальный план повышения генерации

- Планирование генерации и передачи
 - Оптимизация системных операций с учетом электростанций, гидрокаскадов, соглашений IPP, возможностей торговли электроэнергией и ограничений ресурсов передачи

- Подробное планирование передачи
 - Анализ мощности и стабильности
 - Доступная пропускная способность

Использование общей аналитической основы для оценки региональной торговли энергией создает консенсус в отношении взаимовыгодных путей продвижения вперед

МОДЕЛИРУЕМЫЕ ПОТОКИ МОЩНОСТИ GTMAX



Краткое описание презентации

1. Введение в глобальные энергетические решения
2. Поддержка Национального планирования АБР
3. Поддержка регионального планирования АБР
4. **Дополнительные области поддержки**



ARGONNE ENERGY RESEARCH ОБСЛУЖИВАЕТ РАЗНООБРАЗНЫХ КЛИЕНТОВ

Минэнерго США - Управление электроэнергии (DOE – OE)

- Надежность сетки
- Умные станции
- Микро станции
- Кибер

Минэнерго США – по эффективности и возобновляемой энергии (DOE – EERE)

- Ветер
- Вода
- Солнце
- Здания
- Транспортные средства

ДРУГИЕ ФЕДЕРАЛЬНЫЕ СЛУЖБЫ США

- DOE-EPSCA (Политика)
- Наука – ASCR
- ARPA-E
- Бюро по безопасности и охране окружающей среды
- Отдел транспорта

Министерство внутренней безопасности США (DHS)

- Защита инфраструктуры
- Федеральное агентство по управлению чрезвычайными ситуациями (FEMA)

ПРОМЫШЛЕННЫЕ

- коммунальные услуги
- Независимые системные операторы (ISOs)/ Региональные организации передачи (RTOs)
- Торговцы

МЕЖДУНАРОДНЫЕ

- USAID, USEA
- АБР, Всемирный банк
- UNDP, IAEA
- КРХ, МКЕ/MOTIE

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
РЫНКА И
ИНТЕГРАЦИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ
ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

ARGONNE ENERGY RESEARCH ОХВАТЫВАЕТ ВСЕ ВРЕМЕННЫЕ ОБЛАСТИ



(SUB)СЕК/МИН

- динамическое моделирование и симуляция
- Переходная стабильность
- Оптимальный поток мощности
- Каскадные сбои

ЧАСЫ/ДНИ

- Оперативное моделирование, обязательство подразделения, экономическая отправка, в т.ч. стохастическое моделирование
- Восстановление энергосистемы

YEARS

- Динамики долгосрочного инвестирования
- Долгосрочные рыночные тенденции и обзор надежности/устойчивости для будущей инфраструктуры

ИНСТРУМЕНТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ARGONNE ПОДДЕРЖКА ИНФОРМИРОВАННОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Инструменты надежности энергосистемы на уровне межсоединений

- Источники питания постоянного тока и средства моделирования каскадных событий потока переменного тока
- Инструменты динамической стабилизации
- Совместная симуляция передачи и распределения

Инструменты анализа природного газа на региональном или национальном уровне

- Комплексный инструмент для проверки состояния газа
- Инструмент для анализа ситуации с природным газом в реальном времени
Стационарные и переходные гидравлические модели для детальной оценки непредвиденных обстоятельств

Инструменты рынка электроэнергии на региональных уровнях или межсоединениях

- Обязательство подразделения/диспетчерские инструменты, Долгосрочные инвестиционные инструменты
Планирование/операции по гидроэнергетике

Прототип телекоммуникационного инструмента на национальном уровне

- Проводная связь
Беспроводная связь
Взаимозависимости с энергосистемой

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЕ НАРАЩИВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

NGFAST: ПРИМЕНЯЕТСЯ ВО МНОГИХ НАЦИОНАЛЬНЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПРИЛОЖЕНИЯХ DOE/DHS

- Отчет и анализ межведомственной целевой группы по безопасности и надежности ПХГ (10/2016)
- Исследование единственной точки разрушения НКРЭ (Североамериканская корпорация по надежности электроснабжения) (11/2017)
- Текущее долгосрочное исследование надежности электронагрева Координационного совета западных электроэнергетических систем (WECC)
- Обучение по подготовке системных операторов MISO и PJM газо-электрическим операторам
- Обучение оператора PJM Gas-Cyber Многочисленные семинары DOE и анализ ураганов
- Многочисленные исследования DHS



Ensuring Safe and Reliable Underground Natural Gas Storage

Final Report of the Interagency Task Force
on Natural Gas Storage Safety

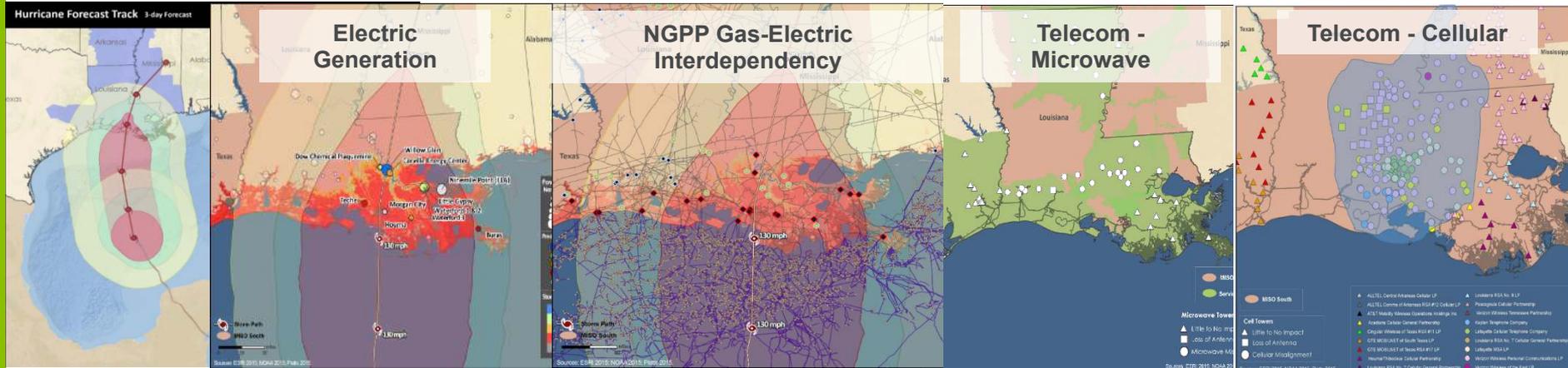
October 2016



Special Reliability Assessment: Potential Bulk Power System Impacts Due to Severe Disruptions on the Natural Gas System

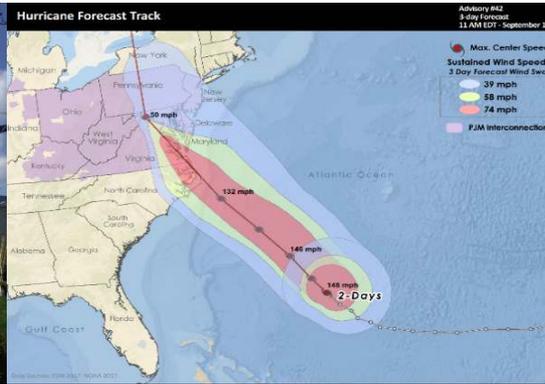
November 2017

УСПЕХ В ОТРАСЛИ: ОБУЧЕНИЕ И УПРАЖНЕНИЯ/ ТРЕНИРОВКИ ОПЕРАТОРОВ MISO EP/PSR



- С весны 2015 года Аргонн поддержал рабочую группу MISO по готовности к чрезвычайным ситуациям и восстановлению энергосистем (EP/PSR)
- Совместно подготовили весенние тренировки в 2016 и 2017 годах по подготовке и осенние тренировки по реагированию и восстановлению
- На данный момент помогает подготовить Весенний Тренинг по MISO на 2018 год (май/июнь) которые будут сосредоточены на сценарии ураганов и влиянии на различные активы, включая электростанции, подстанции, активы передачи, активы в области связи, а также воздействие на природный газ и деятельность по переработке природного газа; тренировка пройдет на MISO Digital Training Simulator
- **“Информация выглядит всеобъемлющей, детализированной и полной».** Джерри Русин, старший советник MISO South Region Operations

УСПЕХ В ОТРАСЛИ: ОБУЧЕНИЕ И ТРЕНИРОВКИ ОПЕРАТОРОВ PJM EP/PSR



PJM DRILL SCENARIO: CYBER GAS-ELECTRIC

For Internal Use Only

ARGONNE RESILIENCE TEAM

11 October 2017

Work supported by Don Fox, U.S. DOE Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, Advanced Grid Research and Development

- Разработал сценарий ураганов (по иронии судьбы названный Мария) на период обучения операторов PJM на октябрь 2017 года.
- Сценарий был реализован на Цифровом тренажере PJM (DTS) в Alternate Control Room Facility
- Обучено 6 полных смен операторов PJM в ответ на экстремальное погодное событие в сентябре/октябре-2017 («Я думал, что симуляция была отличной, и дала операторам представление о том, какими могут быть операции во время урагана. Большинство из них никогда не испытают этого в своей карьере, но эта симуляция обеспечила такую возможность». Глен Бойл, менеджер по обучению операторов)
- Также был разработан газо-кибер-сценарий, который PJM реализовал на DTS и недавно был использован в 6-недельном цикле обучения операторов в январе/феврале 2018 года
- PJM планирует повторить тренировку операторов, дополненную другими крупномасштабными сценариями угроз, которые будут разработаны в 2018 году

ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

[HTTP://GREET.ES.ANL.GOV](http://GREET.ES.ANL.GOV)

Модель GREET® (Парниковые газы, регулируемые выбросы и использование энергии в транспорте)



GREET ВКЛЮЧАЕТ ВСЕ ПОДСЕКТОРА ТРАНСПОРТА

- Легкие транспортные средства
- Средние транспортные средства
- Тяжелые транспортные средства
- Различные силовые агрегаты:
Двигатели внутреннего сгорания
Электрика



Топливные элементы

Дорожный транспорт



Воздушный

- В глобальном масштабе быстрорастущий сектор с уменьшением давления ПГ
- Интерес со стороны DOD, ICAO, FAA и коммерческих авиакомпаний
- GREET включает
 - ✓ Пассажирские и грузовые перевозки
 - ✓ Различные альтернативные виды топлива, смешанные с нефтяными реактивными топливами

Железнодорожный



- Интерес со стороны FRA, железнодорожных компаний
- Потенциал для СПГ для вытеснения дизельного топлива

Водный



- Желание контролировать загрязнение воздуха в портах по всему миру
- Интерес со стороны EPA, местных органов власти, ИМО
- GREET включает
 - ✓ Океан и внутренние водные перевозки
 - ✓ Исходные дизельные и альтернативные виды топлива

GREET рассматривает более 80 дорожных/топливных систем как для LDV, так и для HDV

Обычные двигатели с двигателем зажигания

- Бензин
- Сжатый природный газ, сжиженный природный газ, и сжиженный нефтяной газ
- Газообразный и жидкий водород
- Метанол и этанол

Двигатели с двигателем с искровым зажиганием, двигатели с прямым зажиганием

- Бензин
- Метанол и этанол

Компрессионное зажигание, прямые инъекционные двигатели

- ▶ Бензин
- ▶ Дизель Фишер-Тропш
- ▶ Диметиловый эфир
- ▶ Биодизель

Топливные элементы

- ▶ Бортовое хранение водорода
 - Газообразный и жидкий водород из различных источников
- ▶ Бортовая конверсия углеводородов в водород

Электрические транспортные средства с батарейным питанием

- ▶ Различные источники электроэнергии

Гибридные электрические транспортные средства (HEVs)

- ▶ Двигатели с искровым зажиганием:
 - Бензин
 - Сжатый природный газ, сжиженный природный газ, и сжиженный нефтяной газ
 - Газообразный и жидкий водород
 - Метанол и этанол
- ▶ Компрессионное зажигание
 - Бензин
 - Дизель Фишер-Тропш
 - Диметиловый эфир
 - Биодизель

Подключаемые гибридные электрические транспортные средства (PHEVs)

- ▶ Двигатели с искровым зажиганием:
 - Бензин
 - Сжатый природный газ, сжиженный природный газ, и сжиженный нефтяной газ
 - Газообразный и жидкий водород
 - Метанол и этанол
- ▶ Компрессионное зажигание
 - Бензин
 - Дизель Фишер-Тропш
 - Диметиловый эфир
 - Биодизель



Продукты GREET энергопользование, парниковые газы, критерии загрязнителей и потребление воды для транспортных и энергетических систем

❑ Потребление энергии

- Общая энергия: ископаемая энергия и возобновляемые источники энергии
 - Ископаемая энергия: нефть, природный газ и уголь (они оцениваются отдельно)
 - Возобновляемые источники энергии: биомасса, ядерная энергия, гидроэнергия, энергия ветра и солнечная энергия

❑ Парниковые газы (ПГ)

- CO₂, CH₄, N₂O, черный углерод и альбедо
- CO_{2e} из пяти (с потенциалами глобального потепления)

❑ Загрязнители воздуха

- VOC, CO, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, и SO_x
- Они оцениваются отдельно для
 - Общего (выбросы везде)
 - Городов (подмножество всего)

❑ Водопотребление

❑ Функциональные блоки GREET LCA

- На единицу обслуживания (например, мили, т-ми)
- На единицу продукции (например, млн. Btu, MJ, бензиновый эквивалент галлонов)
- На единицы ресурсов (например, на тонну биомассы)

ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ GREET И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ANL С ДРУГИМИ

□ Общая цель GREET

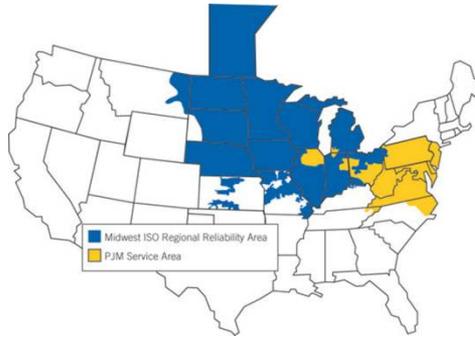
- Построить согласованную платформу LCA с помощью надежных, общепринятых методов / протоколов
- Поддерживать открытость и прозрачность LCA, делая GREET общедоступной

□ Данные являются ключевыми для надежности GREET

- Открытая литература и результаты других исследователей
- Базовые технологии и энергетические системы: прогнозы EIA AEO, EPA eGrid для электрических систем и т. д.
- Рассмотрение последствий правил, уже принятых учреждениями
- Процессы производства топлива (WTP)
 - Моделирование ANL с моделями химической обработки, такими как ASPEN Plus
 - Взаимодействие с энергетическими компаниями через US DRIVE
 - Взаимодействие с новыми производителями топлива
- Операции транспортных средств (PTW)
 - Результаты моделирования команды ANL Autonomie для DOE VTO/FCTO и US DRIVE
 - Результаты исследований и взаимодействия с OEM-производителями через US DRIVE
 - EPA MOVES и другие модели

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ

ОЦЕНКА БИЗНЕС ПРИМЕРА ТЕХНОЛОГИЙ И БЛАГОПРИЯТСТВУЮЩЕЙ ПОЛИТИКИ



Оценка технологий, стимулирующая политика и модели устойчивого бизнеса



Экспериментальное тестирование и коммерциализация инновационных технологий

Обзор передовой практики в отрасли

СПАСИБО.

www.gss.anl.gov/sages

bhamilton@anl.gov