и удельной эмиссией парниковых газов;

- конкуренции технологий централизованного (сетевого) и распределенного энергоснабжения, позволяющей учесть и эффективность систем распределения электроэнергии и тепла для разных типов потребителей.

Максимально широкий охват зон конкуренции технологий позволяет определить прогнозные параметры топливно-энергетического баланса с учетом повышения эластичности потребления отдельных энергетических продуктов и исследовать адаптивность энергетического хозяйства в целом к факторам углеродного регулирования.

Текущая версия модели оптимизации технологической структуры ТЭК формируется средствами программного комплекса MESSAGE с горизонтом планирования до 2060 года и включает в оптимизацию до 20 энергетических продуктов, до 400 технологий энергопроизводства (в т.ч. около 200 технологий производства электроэнергии и тепла), около 50 технологий транспорта разного типа, использующих различные энергоносители.

Литература

1. *Широв А.А., Янтовский А.А.* Межотраслевая макроэкономическая модель RIM - развитие инструментария в современных экономических условиях // Проблемы прогнозирования. – 2017. – № 3(162). – С. 3-18.
2. *Малахов В.А., Шапот Д.В.* Опыт развития методологии и разработки управленческих моделей межотраслевого баланса – М.: Издательский дом МЭИ, 2018. – 176 с.
3. *Филиппов С.П., Малахов В.А., Веселов Ф.В.* Долгосрочное прогнозирование спроса на энергию на основе системного анализа // Теплоэнергетика. – 2021. – № 12. – С. 5-19. – DOI: 10.1134/S0040363621120043.
4. *Веселов Ф.В., Соляник А.И.* Стимулирование инвестиций в технологическое обновление тепловой энергетики // Проблемы прогнозирования. – 2019. – № 1(172). – С. 41-54.
5. *Малахов В.А., Несытых К.В.* О роли топливно-энергетического комплекса в экономике России // Проблемы прогнозирования. – 2016. – № 5(158). – С. 59-69.
6. *Макаров А.А., Веселов Ф.В., Макарова А.С., Урванцева Л.В.* Комплексная оценка технологической трансформации электроэнергетики России // Теплоэнергетика. – 2019. – № 10. – С. 3-18. – DOI: 10.1134/S0040363619100047.
7. *Тарасов А.Э.* Моделирование долгосрочного развития нефтегазовой отрасли России с учетом влияния научно-технического прогресса // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2021): Труды XIV междун. конф. / Под общ. ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. – М.: Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2021. – С. 174-182. – DOI: 10.25728/4484.2021.43.55.001.
8. *Макаров А.А., Митрова Т.А.* Влияние роста цен на газ и электроэнергию на развитие экономики России / М.: Институт энергетических исследований РАН, 2013. – 35 с.
9. *Pankrushina T. and Khorshev A.* Transformation of Power System Planning Methods and Models Considering Active Development of Thermal Low-carbon Technologies // 2019 Twelfth International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD), 2019, pp. 1-4, DOI: 10.1109/MLSD.2019.8911059.
10. *Nakicenovic N. and Riahi K.* Model Runs with MESSAGE in the Context of the Further Development of the Kyoto-Protocol / Final Report, submitted to the Secretariat of the German Advisory Council on Global Change, Berlin, Germany (25 August 2003)
11. *Keppo I. and Strubegger M.* Implications of Limited Foresight and Sequential Decision Making for Long-term Energy System Planning: An Application of the Myopic MESSAGE Model / IIASA Interim Report. IIASA, Laxenburg, Austria: IR-09-006
12. *Rogner M.L. and Riahi K.* Future nuclear perspectives based on MESSAGE integrated assessment modeling. // Energy Strategy Reviews 1 (4) 223-232. DOI: 10.1016/j.esr.2013.02.006.
13. *Андрианов А.А., Купцов И.С., Утянская Т.В.* Применение методов оптимизации для задач оценки эффективности систем ядерной энергетики с использованием среды MESSAGE // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2016. – № 1. – С. 70-80. – DOI: 10.26583/npe.2016.1.08.
14. *Neniškis E, Galinis A, Norvaiša E.* Improving Transport Modeling in MESSAGE Energy Planning Model: Vehicle Age Distributions // Energies. 2021; 14(21):7279. DOI: 10.3390/en14217279
15. *Pankrushina T and Khorshev A.* Potential development scale of low- and non-carbon generation in the Far East of Russia under increasing decarbonization requirements // E3S Web Conf., 289 (2021) 04001, DOI: 10.1051/e3sconf/202128904001