В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 26.09.2017 № 14.604.21.0162 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе № 1 в период с 26.09.2017 по 31.12.2017 выполнены следующие работы:

1. **Основные проведенные работы**
2. Проведен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему применения современных методов машинного обучения для задач мониторинга и управления сжиганием топлива с целью контроля эффективности и экологичности работы энергетических котлов.
3. Проведены патентные исследования по теме проекта по ГОСТ 15.011-096
4. Разработана методика оценки состояния пламени по изображениям пламени на базе глубоких нейронных сетей.
5. Разработан алгоритм оценки состояния пламени по изображениям пламени на базе глубоких нейронных сетей.
6. Сформирован корпус обучающих данных для нейронной сети на основе картин визуализации пламени на лабораторном горелочном стенде
7. Выполнена программная реализация алгоритма оценки состояния пламени по изображениям пламени на базе глубоких нейронных сетей.
8. Разработано программное обеспечение для управления системой визуализации факела.
9. **Основные результаты этапа**
10. Проведен аналитический обзор современной научно-технической литературы, выявлены наиболее перспективные способы решения поставленных в проекте задач.
11. Сформирован корпус обучающих данных для нейронной сети на лабораторном газовом горелочном стенде. Cформированный корпус обучающих данных охватывает широкий диапазон режимов горения, включая нестабильные и срывные режимы.
12. Разработан алгоритм оценки состояния пламени по изображениям пламени на базе сверточной нейронной сети и осуществлена его программная реализация. Предварительная апробация программной реализации алгоритма на сформированном корпусе обучающих данных позволила с вероятностью более 90 % корректно классифицировать режимы горения по изображениям пламени. Предложенное решение по оценке состояния пламени по изображениям пламени с использованием сверточной нейронной сети является новым, аналогичные решения не опубликованы в существующей литературе. На основании полученных результатов сформулирована методика оценки состояния пламени по изображениям пламени на базе глубоких нейронных сетей.
13. Разработано программное обеспечение для управления системой визуализации факела. Программное обеспечение создано на базе SDK производителя цифровых камер IMPERX Bobcat и предназначено для сбора, сохранения, отображения в реальном времени и визуальных данных, полученных с подключенных к системе камер.
14. **Назначение и область применения результатов проекта**

Предполагается использование полученных результатов в области автоматизации технологических процессов на предприятиях ТЭК России, в частности –угольных ТЭС. В настоящее время работы находятся на стадии научных исследований. Имеются перспективы внедрения результатов при содействии крупных инжиниринговых предприятий энергетической отрасли, выразивших интерес к проекту. Полученные и планируемые к получению в ходе дальнейших работ по проекту результаты будут способствовать созданию новых технических решений в области автоматизированных систем управления на тепловых электростанциях.

1. **Заключение**

На первом этапе выполнения проекта по теме «Система контроля эффективности и экологичности работы энергетических котлов на основе современных методов машинного обучения» был выполнен выбор и обоснование направления исследований и сформирован научно-технический задел, необходимый для дальнейшей реализации проекта. Выполненные работы соответствуют техническому заданию и календарному плану соглашения № 14.604.21.0162.