

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ВЫБОРА СЫРЬЯ, ТЕХНОЛОГИИ И ЕЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКИХ БИОТОПЛИВ

Свириденко А.С.¹, Глушков Д.О.²

¹ Томский политехнический университет, аспирант ИШФВП, e-mail: ass125@tpu.ru

² Томский политехнический университет, профессор ИШФВП, e-mail: dmitriyog@tpu.ru

Введение

В последние годы, в связи с ростом добычи ископаемых топлив, мировое сообщество все больше обеспокоенно глобальным потеплением. Согласно статистике [1], транспортный сектор находится на третьем месте по выбросам в атмосферу, из которых на наземный транспорт приходится около 80%, а на авиационный сектор не более 7 % [2]. Для авиации характерны более существенные трудности в практической реализации мероприятий по достижению углеродной нейтральности. Кроме того, было доказано, что циклы посадки и взлета воздушных судов вносят существенный вклад в ухудшение экологической обстановки и увеличение сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний [3]. Таким образом декарбонизация авиационного сектора становится важной задачей в контексте глобальных усилий по снижению выбросов загрязняющих веществ и борьбе с климатическими изменениями. Одним из перспективных мероприятий, направленных на интенсификацию декарбонизации, является использование биомассы для получения авиационного топлива и интеллектуальных систем, позволяющих обеспечить эффективный выбор сырья, технологии и ее параметров.

Целью работы является создание цифровых двойников процесса получения композиционных биотоплив топлив на основе перспективных компонентов растительного происхождения.

Основная часть

Прогнозирование физико-химических свойств устойчивого авиационного топлива на основе химических данных с применением машинного обучения представляет относительно быстрый способ предварительного скрининга практического потенциала новых технологий и получаемых продуктов – жидких топлив. В настоящее время основными видами биосырья, которые могут рассматриваться в качестве альтернативы нефтяному сырью, являются растительные масла: рыжиковое, талловое, рапсовое и отработанные пищевые масла. Одним из возможных вариантов получения биотоплива из растительного масла является процесс синтеза Фишера-Тропша. Однако внедрение таких процессов в существующую инфраструктуру нефтеперерабатывающих заводов не предоставляется возможным, когда для производства конечного продукта используется только растительное масло. В связи с этим необходимо рассматривать смесевое сырье на основе растительных масел и вакуумного газойля в разных соотношениях, которое будет перерабатываться в хамках процессов каталитического крекинга и гидрокрекинга.

Рассматривая машинное обучение применительно к процессу получения топлива, его можно разделить на три этапа – обучение, валидация и тестирование. На первом этапе идет использование базы данных для обучения алгоритма и выявления неизвестных шаблонов данных. На данном этапе нейросеть получает доступ к входным и выходным параметрам и на основе этих данных учиться делать прогнозы. Второй этап включает в себя использование неизвестного ранее набора данных в целях корректировки алгоритма для повышения точности и производительности. Заключительным этапом является тестирование, на данном этапе нейросеть использует другой набор данных для прогнозирования, после чего происходит сравнение с фактическими результатами и измеряется точность прогнозирования.

Исходя из вышеперечисленного можно обозначить несколько этапов, необходимых для обучения нейросети и дальнейшего прогнозирования. На первом этапе необходимо провести исследования сырья и конечных продуктов, а именно изучение компонентного состава и физико-химических свойств (таблица 1).

Второй этап состоит в исследованиях, направленных на изучение технологических процессов переработки сырья в конечный продукт (топливо), а именно выстраивания взаимосвязей между использованием сырья, технологических режимов и выход биотоплива, а также изучение химического состава и дальнейшее сравнение с применяемыми топлив нефтяного происхождения конечных биопродуктов (рис. 1).

Физико-химические свойства биосырья

Растительные масла	Вязкость, мм ² /с	Плотность, кг/м ³	Температура замерзания, °C	Температура помутнения, °C	Теплота сгорания, МДж/кг	Кислотное число, мг КОН/г	Доля мыла в составе масел, %	Содержание влаги и летучих в составе масел, %	Доля неомыляемых веществ в составе, %
Рыжиковое масло	63,01	916	-21	-14	36,524	1,031824	0	0,2069	0,5167
Рапсовое масло	77,19	915	-20,5	-16	35,625	0,8949	0	0,1417	0,9370
Кулинарное масло	78,69	910	-19,5	-15	39,256	0,8423	0	0,2263	0,3522
Талловое масло	57,70	925	-23,5	-16	40,524	0,87567	0	0,1867	0,9675

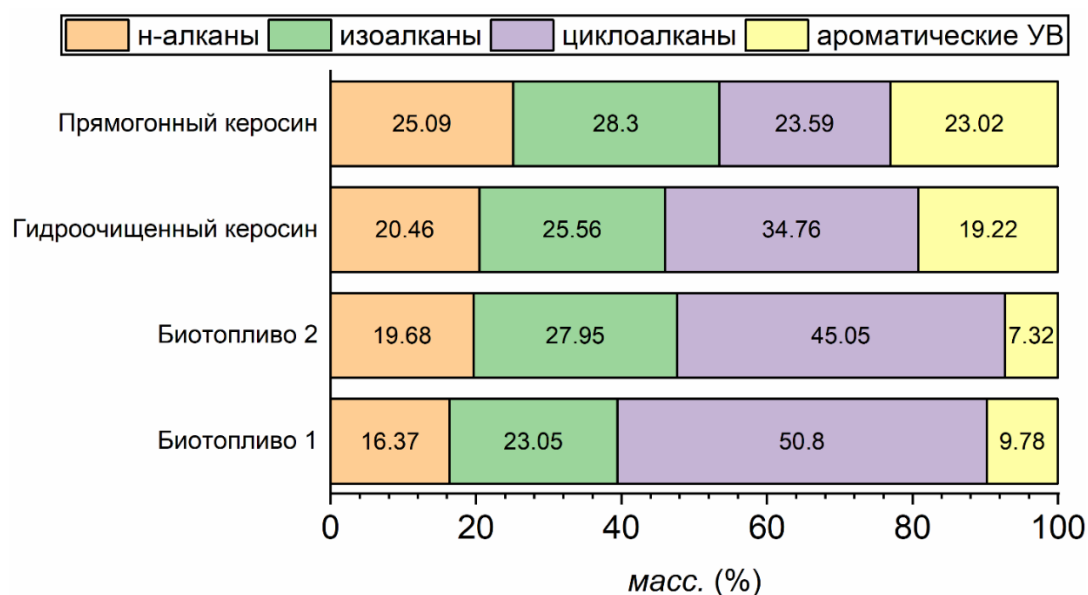


Рис. 1. Состав протестированных топлив в соответствии с органической классификацией.

Также необходимо учитывать экономические ограничения: стоимость сырья, доступность ресурсов, длительность синтеза для более достоверного прогнозирования параметров перспективного метода получения биотоплива.

Заключительный этап состоит в разработке базы данных для дальнейшего обучения нейросети системв выбора сырья, технологии и ее параметров для получения жидких биотоплив, а также успешного прогнозирования основных характеристик (рис. 2).

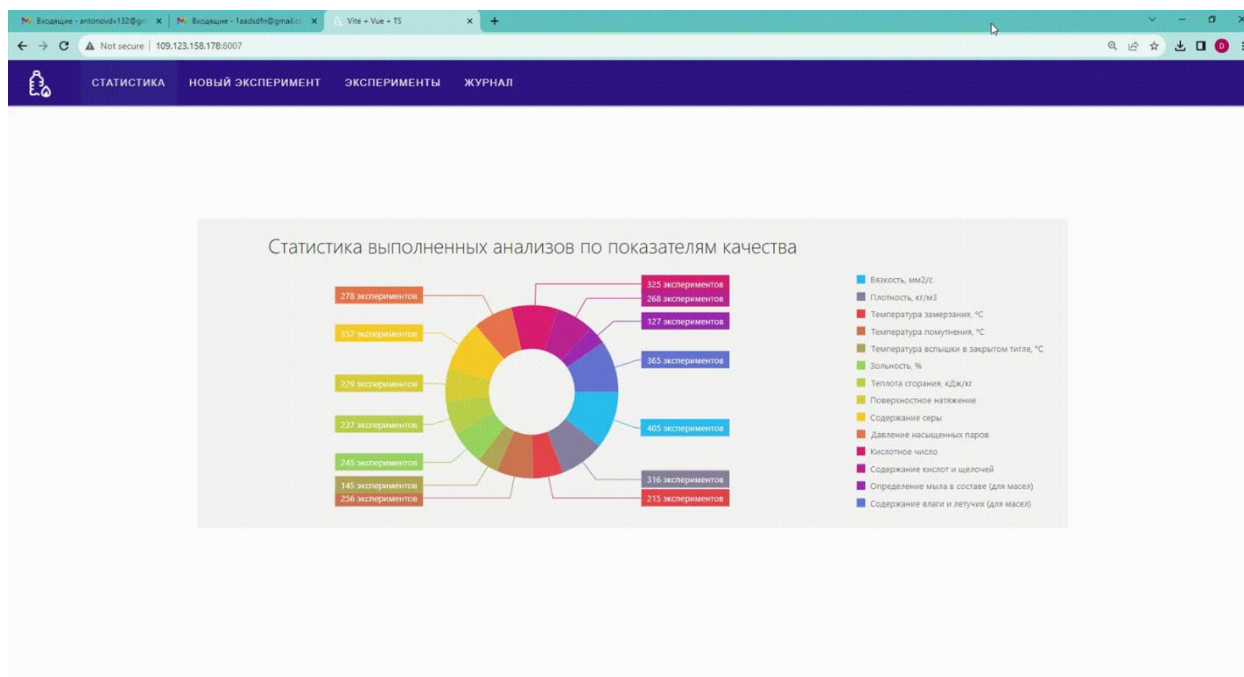


Рис. 2. Нейросетевая модель выбора сырья для получения биотоплив.

Заключение

В работе приведены необходимые этапы для прогнозирования физико-химических свойств устойчивого авиационного топлива на основе химических данных с применением машинного обучения. Использование нейросетевых алгоритмов на основе сформированной базы данных позволяет предсказать при выборе определенного сырья необходимые технологические процессы и их режимы работы для производства биотоплива с максимально возможным выходом конечного продукта.

Исследования выполнены в рамках проекта ПИИ-НИР-2024-009 (соглашение № 075-15-2022-1146 от 07.07.2022).

Список использованных источников

1. Crippa M., Guizzardi D., Pagani F., Banja M., Muntean M., Schaaf E., Becker W., Monforti-Ferrario F., Quadrelli R., Risquez Martin A., Taghavi-Moharamli P., Köykkä J., Grassi G., Rossi S., Brandao De Melo J., Oom D. et al. Ghg Emissions of All World Countries // Publications Office of the European Union. – 2023. – 134 p.
2. General D. Экономический и Социальный Совет. – 2024. – Vol. 30, № 3.
3. Ansell P.J. Review of sustainable energy carriers for aviation: Benefits, challenges, and future viability // Prog. Aerosp. Sci. Elsevier Ltd, 2023. – Vol. 141. – P. 100919.