

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

409-1

**20-22 октября 2022 года**

---

**УДК 674.81**

К.А. РАК, студентка гр. ХТМ-22-01 (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.  
Губкина)

Научный руководитель Е.Ю. СЕРДЮКОВА, к.т.н., доцент (РГУ нефти и газа  
(НИУ) имени И.М. Губкина)

г. Москва

**ВОЗМОЖНОСТЬ ВОВЛЕЧЕНИЯ СЫРЬЯ РАСТИТЕЛЬНОГО  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ ЦЕПОЧКУ НПЗ**

Растущая озабоченность по поводу истощения запасов ископаемого топлива и выбросов парниковых газов привела к высокому уровню интереса к нетрадиционному топливу. Биоэнергетика на сегодняшний день – одно из главных направлений развития возобновляемых источников энергии, получаемой в результате преобразования органической биомассы.

В XXI веке мировые энергетические рынки вступили на дорогу гигантских преобразований. Учитывая экологические проблемы и политику мировых держав в трансформации энергетического сектора, особое внимание уделяется производству биотоплив на основе растительного сырья. Переход на биотопливо поможет обеспечить личную энергетическую безопасность каждой страны, снизив зависимость от импорта нефти.

Ресурсная база для производства биотоплив характеризуется широким спектром сырья биологического происхождения. Наиболее распространенным сырьем для производства биокомпонентов бензинового топлива является кукуруза или сахарный тростник. Биодизельное топливо чаще всего производится на основе рапсового масла. Производство биокеросина сосредоточено на отработанных растительных маслах, а отходы лесопромышленного комплекса являются оптимальным источником сырья для топливных гранул.

На данный момент больший объем биотоплив производится первого поколения. Это объясняется тем, что в нем используются уже возделываемые сельскохозяйственные культуры, и в оборот включаются развитые посевные площади. С другой стороны, они производятся из пищевых продуктов, и следовательно, влияют на продовольственный рынок. Сейчас страны-производители уделяют особое внимание биотопливу второго поколения. Это связано с большей степенью его экологичности, производительности, а также с тем, что он производится из непищевого сырья (отработанные жиры и растительные масла, биомасса, представленная отходами обработки и переработки деревьев и растений).

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

409-2

**20-22 октября 2022 года**

---

Актуальность работы определяется сложившейся ситуацией на мировом энергетическом рынке. Прогресс дефицита энергоресурсов в совокупности с политикой декарбонизации и рядом санкционных условий способствуют изменению структуры топливной индустрии. В работе обосновывается необходимость и возможность трансформации структуры НПЗ путем вовлечения возобновляемых источников сырья.

Опыт развития биотопливной индустрии зарубежных стран показывает возможность модернизации структуры действующих НПЗ с целью внедрения блоков по переработке растительного сырья. Итальянскую Eni можно назвать пионером в этой области. С 2014 года компания перерабатывает растительное масло и биомассу на своем биоперерабатывающем заводе в Венеции, который является первым в мире примером преобразования обычного нефтеперерабатывающего завода, мощностью 3,5 млн тонн/год, в биоперерабатывающий завод.

Еще одним примером является финский биоперерабатывающий завод UPM в Лаппеэнранте — это первый биоперерабатывающий завод промышленного масштаба, производящий возобновляемое дизельное топливо и нафту на основе древесины. В основе технологии - процесс гидрообработки древесных материалов и отходов деревообрабатывающих производств, разработанный в UPM. Завод использует остатки древесного сырья и талловое масло для производства возобновляемого топлива UPM BioVerno.

Проблематикой проекта состоит в том, что Россия - один из крупнейших в мире производителей древесных гранул. Российская деревообрабатывающая промышленность ориентирована на экспорт. Ежегодно выпускается порядка 3 млн топливных гранул. Из них в 2021 году было экспортировано 2,4 млн т, преимущественно в Европу. 10 июля истек срок разрешения на ввоз российской продукции из древесины в Европу по старым контрактам. Из-за резкого снижения экспорта многие предприятия вынуждены остановить производство. При этом в нашей стране существует достаточно острая проблема утилизации отходов, образующихся на деревообрабатывающих производствах. Чаще всего они складируются на полигонах, следственно, вырастут риски возникновения лесных пожаров.

В связи с этим в качестве сырьевой базы производства биотоплив в работе рассматривалась биомасса, представленная отходами деревообрабатывающих предприятий.

В ходе исследования было выявлено, что Иркутская область является лидером среди регионов России по объемам заготовки древесины. Объем опилок, полученных в 2019 г., составляет более 12 млн м<sup>3</sup>.

В связи с этим в работе был проведен мониторинг нефтеперерабатывающих предприятий рассматриваемого региона, в производство которых могут быть вовлечены отходы деревообрабатывающих

# V Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

409-3

20-22 октября 2022 года

предприятий. Так в СФО располагаются такие крупные НПЗ, как АНХК, Ачинский НПЗ, Омский НПЗ. Данные предприятия работают по топливно-масляно-нефтехимическому и топливному вариантам. При этом средняя мощность производства составляет порядка 10 млн. тонн нефти в год.

Учитывая особенность преобразования энергетического сектора Российской Федерации, особенно остро стоит вопрос интеграции традиционного и биопроизводства. Это возможно осуществить путем внедрения технологических установок, позволяющих перерабатывать растительное сырье в существующую структуру НПЗ. Примером такой коллаборации могут служить инсталляции установок пиролиза растительного сырья, производства био-ЭТБЭ, биоэтанола, биогаза или зеленого водорода в технологическую схему нефтеперерабатывающих предприятий.

Для оценки технико-экономических показателей была создана модель разработанного традиционного НПЗ топливно-нефтехимического профиля мощностью 10 млн. тонн нефти в год в среде RPMS компании Honeywell.

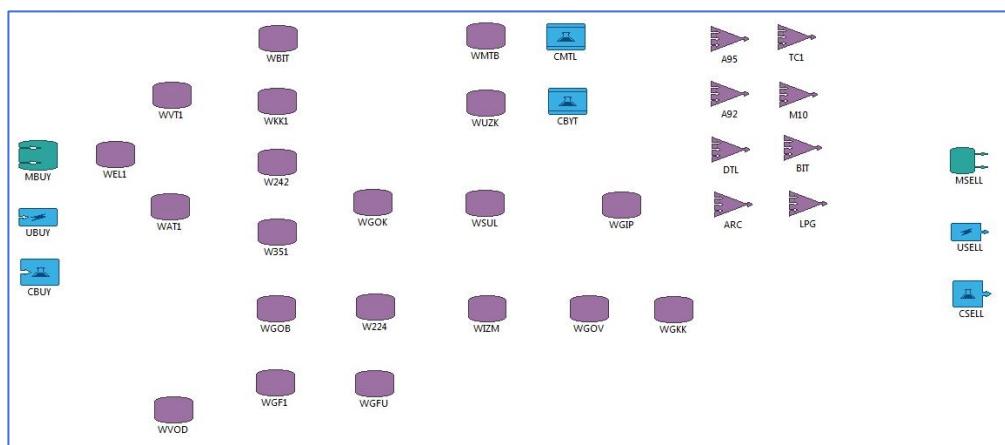


Рис.1. – Поточная блок-схема в системе RPMS

В результате расчета был получен общий сводный материальный баланс производства, при этом выход бензина составил 3451 тыс. тонн в год. Выход дизельного топлива составил порядка 2500 тыс. тонн в год. Рассчитанная глубина переработки составляет 89%, выход светлых продуктов равен 70%, а индекс Нельсона составляет порядка 11 пунктов.

Также была разработана схема НПЗ с внедренным в ее структуру блоком по переработке растительного сырья состоящий из процесса пиролиза, производства биоэтанола и био-ЭТБЭ. Инсталляция предложенного блока в поточную схему НПЗ позволит дополнительно производить такие продукты, как биотопливо-этанольное (E5, E10), биотопливо-дизельное (B6, B20, B100), биоэтанол, биогаз, а также био-ЭТБЭ.

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

409-4

20-22 октября 2022 года

В результате расчета выход товарного бензина увеличивается порядка на 600 тыс. тонн, дизельного топлива на 750 тыс. тонн. При этом внедрение “зеленого” блока позволяет увеличить индекс Нельсона на 5 пунктов

Для разработанного НПЗ топливно-нефтехимического профиля по переработке нефтяного сырья в программе RPMS был составлен отчет, в котором были посчитаны материальный и экономические балансы. Данные о цене 1 тонны продукции были взяты согласно данным ПАО «СПБ Биржа» на 24 мая 2022 года.

Чтобы оценить эффективность модернизированного НПЗ, мною были рассчитан экономические балансы с помощью Microsoft Excel, что обусловлено ограничениями программы RPMS.

Для оценки экономической эффективности внедрения представленного блока по переработке растительного сырья был проведен анализ, который позволил определить производственную маржу для двух вариантов разработанных поточных схем.

Прогнозируемая прибыль НПЗ с внедренным в его структуру блока по переработке растительного сырья составит порядка 27,8 млрд руб., а производственная маржа традиционного НПЗ – 6,5 млрд руб. (таблица 1).

Таблица 1  
Анализ эффективности блока по переработке растительного сырья в производственной системе НПЗ

	<b>Традиционный НПЗ</b>		<b>Модернизированный НПЗ</b>	
	Количество, тыс. тонн в год	Цена, руб/т	Количество, тыс. тонн в год	Цена, руб/т
Бензин	3451,15		4043,34	
АИ-92	2334,06	41974,00*	1840,79	41974,00*
АИ-95	1117,09	45929,00*	393,5	45929,00*
E5	-		1055,37	44582,60
E10	-		753,68	45028,40
ДТ	2566,04		3323,42	
ЛДТ	1322,02	53803,00*	1712,22	53803,00*
АДТ	1244,02	64470,00*	1611,20	64470,00*
B6	-		607,17	53803,00
B20	-		713,43	52352,00
B100	-		112,53	50707,00
<b>Производственная маржа</b>				
<b>6,5 млрд.руб</b>			<b>27,8 млрд.руб</b>	

Кроме экономического эффекта, была рассмотрена имиджевая целесообразность проекта. Принимая во внимание экологические проблемы и

**V Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

409-5

**20-22 октября 2022 года**

---

политику мировых держав в трансформации энергетического сектора, огромное внимание уделяется ESG-повестке, которая является важнейшим принципом работы ведущих российских корпораций. После Петербургского экономического форума 2021 года ESG-концепция стала активно обсуждаться в сообществе. Ещё раньше большое количество российских компаний начали задумываться о ESG-подходе в своей деятельности, и это имело большое значение для позиционирования перед инвесторами и стейкхолдерами.

Вопрос развития возобновляемых источников энергии и вовлечение их в структуру ТЭК увеличивается с каждым годом, о чем свидетельствуют проведение многочисленных конференций, касающихся “зеленой” повестки, а также обсуждение данного направления на Петербургском международном экономическом форуме, где было отмечено, что сегодня зеленая энергетика – это новая реальность.

**Список литературы:**

1. Официальный сайт нефтегазовой компании Eni. – URL: <https://www.eni.com/en-IT/media/press-release/2018/03/in-venice-the-vaporetti-run-on-eni-diesel.html> (дата обращения 27.08.2022).
2. Официальный сайт деревообрабатывающей компании UPM. – URL: <https://www.upm.com/ru/> (дата обращения 27.08.2022).
3. Обзор лесопромышленного комплекса России. 2019 год. – URL: <https://rosleshoz.gov.ru/opendata/7705598840-WoodVolume> (дата обращения 01.09.2022).

**Информация об авторах:**

Рак Ксения Александровна, студентка гр. ХТМ-22-01, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 119991, г. Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1, [kseniarak2000@gmail.com](mailto:kseniarak2000@gmail.com)

Сердюкова Екатерина Юрьевна, к.т.н., доцент, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 119991, г. Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1, [serdyukova.e@gubkin.ru](mailto:serdyukova.e@gubkin.ru)