

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ
В ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА**

© 2022 О. В. Минулина, А. И. Шинкевич

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

Статья поступила в редакцию 15.04.2022

Переход от линейной модели экономики к экономике замкнутого цикла обострил вопрос совершенствования функционирования и развития производственных систем в промышленном комплексе. На данном этапе развития производственно-хозяйственных отношений ключевой задачей становится развитие производства на основе рационального распределения и использования сырья, материалов и энергии, внедрения ресурсосберегающих производственных систем. Данные положения предопределили выбор тематики исследования, объекта и предмета исследования, а также цели исследования – разработка методики оценки ресурсосберегающих производственных систем в экономике замкнутого цикла. В качестве методов исследования в статье использованы методы (для характеристики вклада нефтехимической промышленности в развитие экономики); компонентного анализа (для формирования количества факторов, демонстрирующих уровень их воздействия на развитие экономики замкнутого цикла в разрезе подотраслей нефтехимической промышленности); метод факторного анализа (для группировки показателей внедрения ресурсосберегающих производственных систем в экономике замкнутого цикла по силе влияния на тренды ресурсосбережения в промышленности). По результатам исследования получены следующие выводы: 1) наиболее высокие показатели по достижению уровня развития ресурсосберегающих производственных систем среди подотраслей нефтехимической отрасли наблюдаются в производстве резины и пластмассы; 2) среди ингибиторов развития ресурсосберегающих производственных систем в нефтехимической промышленности основным выступает низкое использование рециркуляции отходов производства (исключение составляет химическое производство); 3) для производства нефтепродуктов, производства резиновых изделий и пластмассы единство драйверов характерно по замене сырья и материалов на безопасные, а также сокращение загрязнения окружающей среды в виде загрязнения атмосферы, воды и почвы; 4) предложена комплексная методика оценки уровня развития ресурсосберегающих производственных систем при переходе к экономике замкнутого цикла на примере подотраслей нефтехимической промышленности. Научная новизна полученных результатов заключается в развитии методических подходов к анализу эффективности внедрения ресурсосберегающих производственных систем при переходе к экономике замкнутого цикла, что достигается комбинацией инструментария аналитической и дескриптивной статистики, позволяющих комплексно подходить к анализу трендов трансформации секторов экономики в вопросах ресурсосбережения.

Ключевые слова: ресурсосбережение, производственная система, экономика замкнутого цикла, методика оценки, нефтехимическая промышленность.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-2-33-41

Исследование выполнено в рамках гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ РФ № НШ-1886.2022.2

ВВЕДЕНИЕ

Переход от линейной модели экономики к экономике замкнутого цикла обострил вопрос совершенствования функционирования и развития производственных систем в промышленном комплексе. На данном этапе развития производственно-хозяйственных отношений ключевой задачей становится развитие производства на основе рационального распреде-

Минулина Ольга Васильевна, соискатель кафедры логистики и управления. E-mail: minulina.olga21@yandex.ru

Шинкевич Алексей Иванович, доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой логистики и управления E-mail: ashinkevich@mail.ru

ления и использования сырья, материалов и энергии. В этой связи организация управления ресурсосберегающими производственными системами происходит в условиях постоянно усложняющихся технико-технологических, экономических и экологических ситуаций и их особенностями в сфере нефтехимической промышленности, в частности.

В настоящее время в научной литературе существуют различные концепции и подходы к раскрытию сущности ресурсосберегающих производственных систем. Например, Немаловажное значение в развитии на производстве ресурсосберегающих производственных систем отводится системе мышления в контексте ресурсосбе-

регающей модели производства и потребления. Так, в исследованиях М.А. Мирошниченко указывается, что без постановки производственного менеджмента на ресурсосберегающую модель не удастся удовлетворить потребности потребителей промышленной продукции, ценностные установки которых в настоящее время тяготеют к простым, кастомизированным и экологически чистым продуктам. В этой связи становится важным найти оптимальное соотношение между издержками производства, качеством продукции и уровнем их производственной и потребительской безопасности. При этом исследователем подчеркивается, что ключевая роль в данном вопросе принадлежит «бережливым инновациям» [1, С.3], которые образованы, прежде всего, неформальными институциональными установками, включая нормы, правила, модели поведения, методы и инструменты, мобилизующие внутрипроизводственные возможности производственной системы для сокращения потерь производства. В исследованиях Т.В. Малышевой и М.В. Шинкевич при изучении ресурсосберегающих производственных систем акцент делается на информационной составляющей и интеграции информационных потоков в системе производства промышленной продукции [2]. Согласимся с авторами о высокой степени значимости процессов информационного обмена внутри производственной системы, задачей которой является минимизация входных потоков в виде сырья, материалов и энергии при максимизации выходных – продукции, отходов производства пригодных для рециклинга при прохождении ими всех стадий производственного процесса, включая основные производственные, вспомогательные, обеспечивающие и управленческие процессы. Другие авторы – Никитченко С.Л., Алексенко Н.П., Котович А.В., Олейникова И.А. также подчеркивают значимость информационных потоков и информационного обеспечения производственных систем, позволяющие повысить их ресурсоэффективность за счет внедрения информационных технологий в производственные процессы и процессы управления. Исследователи указывают на преобладание методов процессного управления при решении задач повышения ресурсоэффективности производственной системы, при этом они рассматривают локальные производственные процессы и обеспечивающие их информационные системы на каждой стадии производственного процесса в отдельности – проектирование – создание планов – документальное оформление – контроллинг и мониторинг [3]. Немаловажное значение при изучении ресурсосберегающих производственных систем отводится также интеллектуальной составляющей процессов управления [4,5] и моделирования организационных структур управления, основанных на принципах экономики замкнутого

цикла [6]. Однако в настоящее время не сложилось единого представления о методиках оценки и анализа трендов внедрения ресурсосберегающих производственных систем нефтехимических предприятий.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В основе исследования лежит использование совокупности методов, позволяющих дать целостное представление о трендах внедрения ресурсосберегающих производственных систем нефтехимических предприятий. Исследование выполнено на примере нефтехимической промышленности Российской Федерации, в том числе в разрезе ее подотраслей: производство химических веществ, производство нефтепродуктов, производство резиновых изделий и пластмассы. Метод описания позволили охарактеризовать вклад нефтехимической промышленности в развитие экономики. На основе метода компонентного анализа из совокупности показателей, характеризующих тренды внедрения ресурсосберегающих производственных систем при переходе к экономике замкнутого цикла сформировано количество факторов, демонстрирующих уровень их воздействия на данный процесс в разрезе подотраслей нефтехимической промышленности. Метод факторного анализа (без вращения компонент) позволил сгруппировать показатели внедрения ресурсосберегающих производственных систем в экономике замкнутого цикла по силе влияния на тренды ресурсосбережения в промышленности. Коэффициент корреляции показателя с фактором применялся в пределах выше 0,7 до 1.

В качестве информационной базы исследования использовались данные официальной статистики, подставленные на сайте Росстата [7], Российского энергетического агентства [8].

В целом исследование включало следующие этапы:

- 1) анализ вклада нефтехимической промышленности в экономику Российской Федерации;
- 2) проведение компонентного и факторного анализа внедрения ресурсосберегающих производственных систем в нефтехимической промышленности в разрезе подотраслей;
- 3) выявление перекрестных драйверов развития ресурсосберегающих производственных систем в экономике замкнутого цикла для нефтехимической промышленности.

ОЦЕНКА ВКЛАДА НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ЭКОНОМИКУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Применительно к России нефтехимическая промышленность является одним из ключевых секторов промышленного производства, обеспечивающего весомый вклад в формирование структу-

ры отечественной экономики. В нефтехимической промышленности в целом было занято 1,16% рабочей силы, наибольший удельный вес приходился на производство резиновых и пластмассовых изделий – 0,35% и химическое производство – 0,34%.

По итогам 2020 г. совокупная величина доли валовой добавленной стоимости нефтехимической промышленности составила 3,5% в ее общем объеме, из которых 2,2% обеспечивал сектор производства нефтепродуктов, 1% – производство химических веществ и химических продуктов, 0,3 – производство резиновых и пластмассовых изделий. На протяжении пяти лет – с 2015-2020 гг. структура вклада нефтехимической промышленности в экономику России остается стабильной (рис. 1).

Нефтехимическое производство является одним из капиталоемких производств промышленного сектора экономики и характеризуется значительными объемами инвестиций в основной капитал. По итогам 2020 г. суммарный объем инвестиций в основной капитал данной отрасли составил 1259 млрд. рублей, увеличившись по сравнению с 2019 г. на 17,3%. В структуре инвестиций в основной капитал более половины приходилось на производство нефтепродуктов – 51,2%, далее следовало производство химических веществ и химических продуктов, включая производство лекарств – 45% и на долю производства резиновых и пластмассовых изделий приходилось 3,8% общего объема инвестиций (рис. 2).



Рис. 1. Динамика вклада валовой добавленной стоимости нефтехимической промышленности в экономику России (в процентах) [составлено автором по данным источника: 7]



Рис. 2. Динамика объема инвестиций в основной капитал в нефтехимической промышленности (в млрд. рублей) [составлено автором по данным источника: 7]

По данным Российского энергетического агентства в секторе крупнотоннажной химии по всем товарным позициям наблюдается устойчивый рост и потребление. При этом для полиэтилена, поливинилхлорида и синтетических каучуков характерна тенденция сокращения импорта продукции с переориентацией на собственные производственные мощности, импорт полиэтилена сократился только в 2020 г. по сравнению с 2019 г. – на 44,3%, в остальные периоды рост сопровождался увеличением.

Крупнейшими производителями крупнотоннажной химии в Российской Федерации являются ПАО «Сибур Холдинг», АО «ТАИФ», ПАО

«НК «Роснефть», ПАО «Газпром», ПАО «Лукойл», СП ПАО «СИБУР Холдинг» и ПАО «Газпром нефть», ГК «Титан» с общим объемом производственных мощностей по этилену в 4807 тыс. тонн в год и пропилену – в 3198 тыс. тонн в год.

Среди продукции среднетоннажной химии также отмечается устойчивый рост объемов производства, наибольший пророст при этом в 2014-2020 гг. показало производство эфиров – 36%, достигнув объема в 1184 тыс. тонн, далее – производство полиацетали, полимеров сложных эфиров – 21% (715 тыс. тонн), 7% – производство смол в первичных формах (1740 тыс. тонн) (рис. 3).



Рис. 3. Динамика производства продукции среднетоннажной химии в России (тыс. тонн) [составлено автором по данным источника: 7]



Рис. 4. Динамика производства продукции малотоннажной химии в России (тыс. тонн) [составлено автором по данным источника: 7]

Среди видов продукции малотоннажной химии также по всем товарным позициям отмечается устойчивый рост производства. Наибольший прирост производства наблюдался по поверхностно-активным веществам – 112,1%, достигнув 266 тыс. тонн в 2020 г.; красителям – 115,2% (60 тыс. тонн) и моющим средствам – 104,3% (1989 тыс. тонн) (рис. 4).

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВНЕДРЕНИЯ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕННОГО КОМПОНЕНТНОГО И ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

В исследовании на основе методики компонентного анализа выявлены для каждой из подотраслей нефтехимической промышленно-

Таблица 1. Показатели внедрения ресурсосберегающих производственных систем в нефтехимической промышленности [составлено автором по данным источника: 7]

Химическая промышленность	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2017	2019-2020
Сокращение материальных затрат на производство единицы продукции	62,6	58,2	60,4	56,4	48,9	52,8	56,7	53,1
Сокращение энергозатрат	63,6	56,1	60,4	61,5	48,9	55,6	63,3	59,4
Сокращение выбросов CO ₂	31,3	27,6	35,8	43,6	40,0	44,4	40,0	34,4
Замена сырья и материалов на безопасные	45,5	40,8	47,2	43,6	37,8	38,9	33,3	34,4
Сокращение загрязнения окружающей среды	78,8	80,6	86,8	87,2	75,6	86,1	83,3	78,1
Рециркуляция отходов производства	61,6	60,2	54,7	64,1	51,1	52,8	53,3	59,4
Производство нефтепродуктов								
Сокращение материальных затрат на производство единицы продукции	53,6	66,7	52,9	47,1	50,0	35,3	30,8	35,7
Сокращение энергозатрат	46,4	55,6	58,8	52,9	57,1	29,4	46,2	50,0
Сокращение выбросов CO ₂	39,3	40,7	58,8	52,9	42,9	35,3	53,8	50,0
Замена сырья и материалов на безопасные	32,1	33,3	41,2	41,2	35,7	23,5	15,4	35,7
Сокращение загрязнения окружающей среды	67,9	70,4	82,4	88,2	85,7	58,8	76,9	100,0
Рециркуляция отходов производства	46,4	51,9	58,8	64,7	50	58,8	46,2	57,1
Производство резиновых и пластмассовых изделий								
Сокращение материальных затрат на производство единицы продукции	52,4	54,9	67,9	88,9	72,7	75,0	69,2	63,6
Сокращение энергозатрат	66,7	66,7	71,4	55,6	54,5	75,0	69,2	54,5
Сокращение выбросов CO ₂	38,1	41,2	35,7	77,8	81,8	50,0	46,2	54,5
Замена сырья и материалов на безопасные	38,1	37,3	60,7	66,7	72,7	68,8	53,8	54,5
Сокращение загрязнения окружающей среды	59,5	62,7	71,4	100,0	100,0	87,5	69,2	63,6
Рециркуляция отходов производства	78,6	64,7	78,6	77,8	72,7	68,8	84,6	90,9

сти факторы наибольшего влияния на развитие замкнутого производства. Исходные данные для моделирования представлены в таблице 1.

Анализ позволил выявить пересекающиеся позиции драйверов ресурсосберегающих производственных систем в данном секторе промышленности. Так, к показателям наибольшего влияния на развитие ресурсосберегающих производственных систем для химической промышленности выявлены следующие:

- сокращение материальных затрат на производство единицы продукции (коэффициент корреляции показателя с совокупным фактором составил 0,95);
- сокращение энергозатрат (0,79);
- рециркуляция отходов производства (0,73) (табл. 2).

Совокупная доля влияния драйверов первого уровня на развитие ресурсосберегающих производственных систем в химической промышленности составила 48%.

Для производства нефтепродуктов распределение компонент было следующим (для драйверов первого уровня влияния):

- сокращение энергозатрат (0,86);
- замена сырья и материалов на безопасные (0,85);
- сокращение загрязнения окружающей среды (0,78).

Совокупная доля влияния драйверов первого уровня на развитие ресурсосберегающих производственных систем в производстве нефтепродуктов составила также 48% (табл. 3).

Таблица 2. Результаты компонентного анализа факторов развития ресурсосберегающих производственных систем в химической промышленности [рассчитано автором]

Компонента (переменная)	Факторная нагрузка (коэффициент влияния принят значимым, если его значение более 0,7)	
	Драйверы первого уровня (высокого) влияния	Драйверы второго уровня (среднего)
Сокращение материальных затрат на производство единицы продукции	0,95	0,07
Сокращение энергозатрат	0,79	0,21
Сокращение выбросов CO ₂	0,44	0,84
Замена сырья и материалов на безопасные	0,69	0,12
Сокращение загрязнения окружающей среды	0,39	0,87
Рециркуляция отходов производства	0,73	0,20
Доля влияния	0,48	0,26

Таблица 3. Результаты компонентного анализа факторов развития ресурсосберегающих производственных систем в производстве нефтепродуктов [рассчитано автором]

Компонента (переменная)	Факторная нагрузка (коэффициент влияния принят значимым, если его значение более 0,7)	
	Драйверы первого уровня (высокого) влияния	Драйверы второго уровня (среднего)
Сокращение материальных затрат на производство единицы продукции	0,38	0,91
Сокращение энергозатрат	0,86	0,29
Сокращение выбросов CO ₂	0,67	0,53
Замена сырья и материалов на безопасные	0,85	0,29
Сокращение загрязнения окружающей среды	0,78	0,44
Рециркуляция отходов производства	0,45	0,33
Доля влияния	0,48	0,26

Для производства резиновых и пластмассовых изделий распределение компонент было следующим (для драйверов первого уровня влияния):

- сокращение загрязнения окружающей среды (0,95);
- сокращение выбросов CO₂ (0,93);
- сокращение материальных затрат на производство единицы продукции (0,89);
- замена сырья и материалов на безопасные (0,88).

Совокупная доля влияния драйверов первого уровня на развитие ресурсосберегающих производственных систем в производстве резины была наибольшей среди подотраслей нефтехимической промышленности и составила 64% (табл. 4).

ОЦЕНКА ПЕРЕКРЕСТНЫХ ДРАЙВЕРОВ РАЗВИТИЯ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ДЛЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В результате совмещенного компонентного и факторного анализа были установлены перекрестные драйверы развития ресурсосберегающих производственных систем в экономике замкнутого цикла для нефтехимической промышленности (табл. 5).

Как демонстрируют данные таблицы 5 ни по одной из компонент развития ресурсосберегающих производственных систем не отмечается единства для всех подотраслей нефтехимиче-

Таблица 4. Результаты компонентного анализа факторов развития ресурсосберегающих производственных систем в производстве резиновых и пластмассовых изделий [рассчитано автором]

Компонента (переменная)	Факторная нагрузка (коэффициент влияния принят значимым, если его значение более 0,7)	
	Драйверы первого уровня (высокого) влияния	Драйверы второго уровня (среднего)
Сокращение материальных затрат на производство единицы продукции	0,89	0,13
Сокращение энергозатрат	0,55	0,70
Сокращение выбросов CO ₂	0,93	0,18
Замена сырья и материалов на безопасные	0,88	0,18
Сокращение загрязнения окружающей среды	0,95	0,28
Рециркуляция отходов производства	0,02	0,84
Доля влияния	0,64	0,23

Таблица 5. Перекрестные драйверы развития ресурсосберегающих производственных систем в экономике замкнутого цикла для нефтехимической промышленности [рассчитано автором]

Компонента (переменная)	Химическое производство	Производство нефтепродуктов	Производство резины и пластмассовых изделий
Сокращение материальных затрат на производство единицы продукции	+		+
Сокращение энергозатрат	+	+	
Сокращение выбросов CO ₂			+
Замена сырья и материалов на безопасные		+	+
Сокращение загрязнения окружающей среды		+	+
Рециркуляция отходов производства	+		

ской промышленности. Отметим, что для производства нефтепродуктов и производства резиновых изделий и пластмассы единство драйверов характерно по замене сырья и материалов на безопасные, а также сокращение загрязнения окружающей среды в виде загрязнения атмосферы, воды и почвы. Между этими подотраслями выявлено наибольшее сочетание драйверов развития ресурсосберегающих производственных систем, при этом для подотрасли производства резины и пластмассы влияния драйверов на развитие замкнутого производства было выше, чем для других подотраслей нефтехимического производства. Полученные результаты могут быть использованы для формирования оценок взаимосвязи между подотраслями нефтехимического производства и отдельных предприятий при выстраивании единых производственно-сбытовых цепочек нефтехимической промышленности в экономике замкнутого цикла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основе проведенного исследования следует заключить следующие выводы.

1) Наиболее высокие показатели по достижению уровня развития ресурсосберегающих производственных систем среди подотраслей нефтехимической отрасли наблюдаются в производстве резины и пластмассы.

2) Среди ингибиторов развития ресурсосберегающих производственных систем в нефтехимической промышленности основным выступает низкое использование рециркуляции отходов производства (исключение составляет химическое производство).

3) Для производства нефтепродуктов, производства резиновых изделий и пластмассы единство драйверов характерно по замене сырья и материалов на безопасные, а также сокращение загрязнения окружающей среды в виде загрязнения атмосферы, воды и почвы.

4) Предложена комплексная методика оценки уровня развития ресурсосберегающих производственных систем при переходе к экономике замкнутого цикла на примере подотраслей нефтехимической промышленности.

Научная новизна полученных результатов заключается в развитии методических подходов к анализу эффективности внедрения ресурсосберегающих производственных систем при переходе к экономике замкнутого цикла, что достигается комбинацией инструментария аналитической и дескриптивной статистики, позволяющих комплексно подходить к анализу трендов трансформации секторов экономики в вопросах ресурсосбережения.

Практическая значимость результатов исследования состоит в разработке методиче-

ских рекомендаций к анализу эффективности внедрения ресурсосберегающих производственных систем, которые могут быть использованы при разработке программ и проектов внедрения экономики замкнутого цикла на разных уровнях управления экономическими системами.

Последующие направления исследований могут быть связаны с расширением перечня показателей, характеризующих развитие ресурсосберегающих производственных систем при переходе к экономике замкнутого цикла и включением их в методику расчета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мирошниченко, М.А.* От бережливого производства к бережливой инновациям: учеб. пособие / М.А. Мирошниченко; под ред. В.В. Ермоленко. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2019. – 258 с.
2. *Мальшева, Т.В.* Ресурсосберегающие производственные системы. управление информационными потоками / Т.В. Мальшева // Компетентность. – 2020. – № 4. – С. 24-27.
3. *Никитченко, С.Л.* Ресурсосберегающее управление процессами эксплуатации и технического сервиса сельскохозяйственной техники / С.Л. Никитченко, Н.П. Алексенко, А.В. Котович, И.А. Олейникова // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – № 4 (44). – С. 57-65.
4. *Kudryavtseva, S.S.* National open innovation systems: an evaluation methodology / S.S. Kudryavtseva, A.I. Shinkevich, M.Yu. Shvetsov, L.A. Bordonskaya, V.P. Gorlachev, A.E. Persidskaya, N.K. Shchepkina // Journal of Sustainable Development. – 2015. – Т. 8. – № 6. – С. 270-278.
5. *Кудрявцева, С.С.* Экономический рост и интеллектуальный капитал: институциональные аспекты взаимосвязи / С.С. Кудрявцева // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – № 6. – С. 222-226.
6. *Барсебян, Н.В.* Моделирование организационной структуры управления промышленным предприятием (на примере АО «КВАРТ») / Н.В. Барсебян, А.И. Шинкевич // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2020. – Т. 22. – № 2 (94). – С. 91-99.
7. Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 18.02.2022)
8. Российское энергетическое агентство. URL: <http://www.rosenergo.gov.ru> (дата обращения: 18.02.2022).

METHODOLOGY FOR ASSESSING RESOURCE-SAVING PRODUCTION SYSTEMS IN A CIRCULAR ECONOMY

© 2022 O. V. Minulina, A. I. Shinkevich

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

The transition from a linear model of the economy to a circular economy has exacerbated the issue of improving the functioning and development of production systems in the industrial complex. At this stage of development of production and economic relations, the key task is the development of production based on the rational distribution and use of raw materials, materials and energy, the introduction of resource-saving production systems. These provisions predetermined the choice of research topics, the object and subject of research, as well as the goals of the research - the development of a methodology for assessing resource-saving production systems in a circular economy. As research methods, the article uses methods (to characterize the contribution of the petrochemical industry to the development of the economy); component analysis (to form the number of factors that demonstrate the level of their impact on the development of the circular economy in the context of sub-growths of the petrochemical industry); factor analysis method (for grouping indicators of the introduction of resource-saving production systems in the circular economy according to the strength of influence on resource-saving trends in industry). Based on the results of the study, the following conclusions were drawn: 1) the highest indicators for achieving the level of development of resource-saving production systems among the sub-sectors of the petrochemical industry are observed in the production of rubber and plastics; 2) among the inhibitors of the development of resource-saving production systems in the petrochemical industry, the main one is the low use of production waste recycling (the exception is chemical production); 3) for the production of petroleum products, the production of rubber products and plastics, the unity of drivers is characterized by the replacement of raw materials and materials with safe ones, as well as the reduction of environmental pollution in the form of pollution of the atmosphere, water and soil; 4) a comprehensive methodology for assessing the level of development of resource-saving production systems in the transition to a circular economy is proposed using the example of sub-sectors of the petrochemical industry. The scientific novelty of the results obtained lies in the development of methodological approaches to the analysis of the effectiveness of the introduction of resource-saving production systems in the transition to a circular economy, which is achieved by a combination of tools of analytical and descriptive statistics, allowing a comprehensive approach to the analysis of trends in the transformation of sectors of the economy in terms of resource conservation.

Keywords: resource saving, production system, circular economy, estimation methodology, petrochemical industry.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-2-33-41

REFERENCES

1. *Miroshnichenko, M.A.* Ot berezhlivogo proizvodstva k berezhlivym innovaciyam: ucheb. posobie / M.A. Miroshnichenko; pod red. V.V. Ermolenko. - Krasnodar: Kubanskij gos. un-t, 2019. - 258 s.
2. *Malysheva, T.V.* Resursosberegayushchie proizvodstvennye sistemy. upravlenie informacionnymi potokami / T.V. Malysheva // Kompetentnost'. - 2020.- № 4. - S. 24-27.
3. *Nikitchenko, S.L.* Resursosberegayushchee upravlenie processami ekspluatatsii i tekhnicheskogo servisa sel'skohozyajstvennoj tekhniki / S.L. Nikitchenko, N.P. Aleksenko, A.V. Kotovich, I.A. Olejnikova // Vestnik agrarnoj nauki Dona. 2018. № 4 (44). S. 57-65.
4. *Kudryavtseva, S.S.* National open innovation systems: an evaluation methodology / S.S. Kudryavtseva, A.I. Shinkevich, M.Yu. Shvetsov, L.A. Bordonskaya, V.P. Gorlachev, A.E. Persidskaya, N.K. Shchepkina // Journal of Sustainable Development. - 2015. - T. 8. - № 6. - S. 270-278.
5. *Kudryavceva, S.S.* Ekonomicheskij rost i intellektual'nyj kapital: institucional'nye aspekty vzaimosvyazi / S.S. Kudryavceva // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. - 2012. - T. 15. - № 6. - S. 222-226.
6. *Barsegyan, N.V.* Modelirovanie organizacionnoj struktury upravleniya promyshlennym predpriyatim (na primere AO "KVART") / N.V. Barsegyan, A.I. SHinkevich // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. - 2020. - T. 22. - № 2 (94). - S. 91-99.
7. Rosstat. URL: <https://rosstat.gov.ru> (data obrashcheniya:18.02.2022)
8. Rossijskoe energeticheskoe agentstvo. URL: <http://www.rosenergo.gov.ru> (data obrashcheniya: 18.02.2022).

Olga Minulina, Candidate of the Department of Logistics and Management. E-mail: minulina.olga21@yandex.ru
Alexey Shinkevich, Doctor of Technical Sciences, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Logistics and Management. E-mail: ashinkevich@mail.ru