

DOI: 10.15838/esc.2022.4.82.10

УДК 332.14, ББК 65.26

© Наумов И.В., Никулина Н.Л.

Сценарное моделирование и прогнозирование степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в регионах России



**Илья Викторович
НАУМОВ**

Институт экономики УрО РАН
Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: ilia_naumov@list.ru
ORCID: 0000-0002-2464-6266; ResearcherID: U-7808-2017



**Наталья Леонидовна
НИКУЛИНА**

Институт экономики УрО РАН
Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: nikulinanl@mail.ru
ORCID: 0000-0002-6882-3172; ResearcherID: J-9846-2013

Аннотация. В условиях ухудшения геополитической ситуации и санкционного давления на российскую экономику отечественные производственные предприятия столкнулись со значительными ограничениями в импорте высокотехнологического оборудования и материалов, необходимых для технического перевооружения и модернизации используемых основных фондов. Эти ограничения способствуют и будут далее способствовать наращиванию степени их изношенности. Гипотезой исследования является предположение о том, что на динамику износа основных фондов предприятий оказывает влияние не только объем привлекаемых инвестиций, но и другие факторы, причем степень их воздействия в разных группах регионов дифференцирована.

Для цитирования: Наумов И.В., Никулина Н.Л. (2022). Сценарное моделирование и прогнозирование степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в регионах России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 15. № 4. С. 155–171. DOI: 10.15838/esc.2022.4.82.10

For citation: Naumov I.V., Nikulina N.L. (2022). Scenario modeling and forecast of the degree of depreciation of fixed assets at manufacturing enterprises in Russia's regions. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 15(4), 155–171. DOI: 10.15838/esc.2022.4.82.10

Целью работы стало построение прогнозных сценариев изменения степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности с учетом дифференцированного влияния факторов. В исследовании представлен методический подход, опирающийся на статистический и регрессионный анализ с использованием панельных данных, авторегрессионное моделирование со скользящим средним (ARIMA) для выявления факторов, оказывающих влияние на динамику износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в различных регионах, и проектирования системы прогнозных сценариев ее изменения в будущем. Авторами была проведена группировка регионов по степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности (выделены группы регионов с чрезвычайно высоким уровнем износа фондов, выше и ниже среднероссийского уровня). С помощью регрессионных моделей установлено дифференцированное влияние факторов на динамику износа основных фондов: в первой и третьей группах регионов ключевым фактором наращивания износа является тяжелое финансовое положение предприятий; во второй группе – недостаточный объем привлекаемых инвестиций в основной капитал. Для каждой группы регионов проведено авторегрессионное моделирование динамики данных факторов с использованием скользящего среднего для формирования наиболее вероятных прогнозных сценариев изменения степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности до 2024 года. В результате прогнозирования были определены регионы с наиболее вероятной динамикой дальнейшего наращивания степени износа основных фондов предприятий, которые и должны стать приоритетом государственной поддержки при реализации промышленной политики в России.

Ключевые слова: износ основных фондов, обрабатывающая промышленность, сценарное моделирование, прогнозирование, регрессионный анализ, ARIMA-моделирование, регионы России.

Благодарность

Статья подготовлена в соответствии с Планом НИР лаборатории моделирования пространственного развития территорий Института экономики УрО РАН на 2022 год.

Введение

Состояние основных фондов промышленных предприятий в регионах России приблизилось к критическому уровню. Степень износа основных фондов обрабатывающего производства в РФ на конец 2020 года составляла 51,9%, а удельный вес полностью изношенных основных фондов в общем объеме основных фондов – 20,3%. С.Д. Бодрунов отметил: «За последние 25 лет и ввод в действие новых основных фондов, и выбытие особенно устаревших, изношенных фондов происходит совершенно недостаточными темпами. Весь этот

период характеризуется низким уровнем инвестиций в обновление основного капитала, что проистекает из общего низкого уровня валового накопления в экономике»¹. В исследованиях Е.А. Пановой², Е.В. Лядовой (Лядова, 2017), Л.И. Лугачевой (Лугачева, 2001), Д.В. Розова³, Е.В. Вылегжаниной, В.А. Рослякова (Вылегжанина, Росляков, 2018), Н. Карловой, Е. Пузановой, И. Богачевой (Карлова и др., 2019), Э.К. Прохоровой (Прохорова, 2019), М.А. Печенской (Печенская, 2020) и других ученых внимание акцентируется на необходи-

¹ Выступление С.Д. Бодрунова, директора Института нового индустриального развития имени С.Ю. Витте, Президента Вольного экономического общества России (Источник: Производительность труда в России и в мире. Влияние на конкурентоспособность экономики и уровень жизни (2016) // Аналитический вестник. № 29 (628). М.: Аналитическое управление Аппарата Совета Федерации. 78 с. С. 8–14).

² Панова Е.А. (2016). Устойчивое финансирование воспроизводства основных фондов промышленных предприятий: дис. ... канд. экон. наук. М. 219 с.

³ Розов Д.В. (2011). Эффективность обновления основного капитала в инновационной экономике: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. М. 52 с.

мости обновления основных фондов промышленного производства, так как «изношенное состояние основных фондов и технологическое отставание не позволяют предприятиям производить новые виды технологичной продукции и делают оборудование предприятий менее конкурентоспособным»⁴. Исследования F. Freiberg, P. Scholz показали, что инвестиции в современное производственное оборудование обеспечивают экономию затрат, сокращение времени производственного цикла, сбалансированное использование мощностей оборудования и улучшение качества продукта (Freiberg, Scholz, 2015). Взаимосвязь между технологическим обновлением основных фондов и инвестициями рассматривалась и в работе R. Boucekkine, B. de Oliveira Cruz (Boucekkine, Oliveira Cruz, 2015).

Для обновления изношенных, устаревших производственных фондов требуется финансовая государственная поддержка и активное привлечение инвестиций в основной капитал других институциональных секторов. Для выявления региональных приоритетов привлечения инвестиций в обновление основных фондов предприятий необходимы оценка факторов, оказывающих влияние на степень их износа, и формирование прогнозных сценариев ее дальнейшего изменения, что и выступает целью нашей работы. В ходе исследования были поставлены следующие задачи: оценить степень износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в регионах России; определить факторы, оказывающие влияние на степень износа основных фондов предприятий в выделенных группах регионов; провести ARIMA-моделирование динамики установленных факторов; сформировать прогнозные сценарии динамики износа основных фондов предприятий с учетом выявленных факторов; определить регионы, нуждающиеся в приоритетной государственной поддержке в рамках осуществляемой в России промышленной политики для обновления изношенных фондов.

⁴ Стратегия развития станкоинструментальной промышленности до 2030 года. URL: <https://minpromtorg.gov.ru/common/upload/docs/strategy/project.pdf> (дата обращения 07.05.2022).

Теоретический обзор исследований по оценке влияния факторов на износ основных фондов промышленных предприятий

Теоретический обзор работ в области оценки факторов, оказывающих влияние на степень износа основных фондов предприятий в различных территориальных системах, свидетельствует, что исследователями главным образом использовались статистические методы анализа данных (относительные показатели, средние величины и показатели динамики) и методы регрессионного моделирования. Статистические методы применялись, например, Г.Ю. Гагариной и Л.С. Архиповой. В результате исследования авторы установили, что основными факторами обновления и модернизации производственного потенциала предприятий являются «инвестиции в основной капитал, внедрение инноваций и повышение качества трудового капитала» (Гагарина, Архипова, 2017). Статистические методы использовались М.С. Сапрыкиной для анализа и прогнозирования динамики износа основных фондов предприятий отрасли производства и распределения электроэнергии (Сапрыкина, 2020), Е.С. Джевицкой для оценки состояния основных фондов предприятий и требующихся инвестиций в их обновление (Джевицкая, 2017), а также Т.Ю. Ковалевой для исследования состояния основных фондов российской экономики и эффективности принимаемых центральными, региональными органами власти управленческих решений в инвестиционной сфере (Ковалева, 2010).

Методы горизонтального и вертикального анализа, детализации, группировки, сравнения и синтеза, а также графического анализа применялись Л.И. Розановой и С.В. Тишковым для оценки взаимосвязи степени износа основных фондов и промышленной применимости инноваций. Авторы пришли к выводу о том, что «для реализации инновационного потенциала требуется масштабная модернизация фондов» (Розанова, Тишков, 2018).

Методы корреляционного и регрессионного анализа факторов, оказывающих влияние на степень износа основных фондов, использовались Т.В. Огородниковой и соавторами для оценки взаимосвязи амортизации основных фондов с техническим акселератором и

интегральным показателем их физического износа (Огородникова и др., 2020), Е.А. Пановой для обоснования влияния инвестиций в основной капитал на воспроизводство основных фондов промышленных предприятий⁵. В ходе эконометрического моделирования Е.Ю. Назруллаева подтвердила важную роль инвестиций в технологическом обновлении фондов⁶. В качестве факторов В.С. Бараковым рассматривались не только инвестиции в основной капитал, но и доля технологических затрат на 1 руб. инновационной продукции⁷. Л.Х. Дикаева провела анализ причин снижения динамики промышленного производства в Северо-Кавказском федеральном округе, выявив зависимость обновления основных фондов в промышленности от объема инвестиций⁸.

Взаимосвязь износа основных фондов и объема инвестиций исследовалась в работах М.А. Конденковой (Конденкова, 2017); воздействие износа основных фондов на нарастание инфляционных процессов в экономике — в работе Н.П. Горидько и Р.М. Нижегородцева (Горидько, Нижегородцев, 2011).

У. Kolesnik, О. Dobrovolska, I. Malyuta, А. Petrova и S. Shulyak провели поиск внутренних источников финансирования для воспроизводства основных фондов сельскохозяйственных предприятий. Корреляционно-регрессионный анализ позволил авторам подтвердить тесную взаимосвязь между индексом возврата амортизации для эффективного ремонта основных фондов и объемом инвестиций (Kolesnik et al., 2019).

Е.Н. Чижова и Г.Г. Балабанова исследовали причины снижения производительности труда в сфере промышленности строительных мате-

риалов. Ими была установлена взаимосвязь между износом оборудования и темпами роста производительности труда (Чижова, Балабанова, 2017).

D. Postiguillo García, A. Blasco, J. Ribal с применением линейной, экспоненциальной и степенной регрессионных моделей по методу наименьших квадратов определили необходимую норму амортизации основных фондов предприятий в зависимости от срока их использования (Postiguillo García et al., 2017). Исследование взаимосвязи инвестиций и износа основных фондов осуществлялось и в работах Ф.Г. Альжановой, Н.К. Нурлановой, Ф.М. Днишева (Альжанова и др., 2020), Т. Franik (Franik, 2007), L. Lazebnyk (Lazebnyk, 2018), L. Tang, M. Hao, Y. Zhang (Tang et al., 2013), S.N. Abieva, M.A. Kanabekova (Abieva, Kanabekova, 2021), S. Collings (Collings, 2016), S. Urban, A.S. Kowalska (Urban, Kowalska, 2015).

В ходе теоретического обзора работ выявлено, что авторами в качестве фактора, оказывающего влияние на износ основных фондов промышленных предприятий, чаще всего рассматривался объем привлекаемых инвестиций в основной капитал. В нашем исследовании предполагается оценка влияния на динамику износа основных фондов и других факторов.

Методический подход к сценарному моделированию и прогнозированию степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в регионах России

Теоретический обзор исследований в области оценки и прогнозирования степени износа основных фондов в обрабатывающей промышленности показал необходимость разработки подхода, в комплексе использующего методы статистического и регрессионного анализа, ARIMA-моделирования для выявления факторов, оказывающих влияние на динамику износа основных фондов в различных территориальных системах, и проектирования системы прогнозных сценариев ее изменения в будущем. Методы статистического анализа, такие как среднее значение и среднеквадратичное отклонение, на начальном этапе исследования помогут установить регионы, для которых проблема изношенности основных фондов промышленных предприятий стоит наиболее остро. Для выявления таких регионов предлагается

⁵ Панова Е.А. (2016). Устойчивое финансирование воспроизводства основных фондов промышленных предприятий. дис. ... канд. экон. наук. М. 219 с.

⁶ Назруллаева Е.Ю. (2010). Моделирование влияния инвестиций в основной капитал на материальные затраты в отраслях российской промышленности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. М.

⁷ Бараков В.С. (2014). Модернизация экономики регионов России: факторы, оценка и мониторинг результатов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Волгоград. 26 с.

⁸ Дикаева Л.Х. (2011). Социально-экономическое развитие макрорегиона: модернизация хозяйственного комплекса (на примере Северо-Кавказского федерального округа): автореф. дис. ... канд. экон. наук. Ростов-на-Дону. 27 с.

расчет верхней границы разброса степени износа основных фондов относительно среднего уровня (1):

$$V_{max} = \bar{V}_i + \sqrt{\frac{\sum(V_i - \bar{V}_i)^2}{n}}, \quad (1)$$

где V_{max} – верхняя граница разброса степени износа основных фондов в обрабатывающем производстве (на конец 2020 года), %; V_i – степень износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности (на конец 2020 года), %; \bar{V}_i – среднероссийский уровень степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности (на конец 2020 года), %.

Регионы, у которых степень износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности на конец года превысит границу ($V_i > V_{max}$), будут отнесены к территориям с чрезвычайно высоким уровнем их изношенности. Для подтверждения корректности отнесения регионов в данную группу предлагается и оценка полной изношенности фондов – расчет удельного веса полностью изношенных основных фондов по полной учетной стоимости в обрабатывающем производстве. Данный показатель в регионах первой группы также должен значительно превышать среднероссийский уровень. Статистические показатели будут использоваться и для поиска регионов с высоким уровнем изношенности основных фондов предприятий ($V_i \geq \bar{V}_i$), превышающим среднероссийский уровень, а также регионов с износом основных фондов ниже среднего уровня ($V_i < \bar{V}_i$), для которых задачи проведения модернизации основных фондов стоят не так остро, как в регионах первой и второй групп.

На следующем этапе исследования в рамках выделенных групп регионов предлагается построение регрессионных моделей с использованием панельных данных для оценки влияния факторов на динамику износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности: модели с фиксированными и случайными эффектами, по объединенному методу наименьших квадратов и с корректировкой на гетероскедастичность. Построение регрессионных моделей в рамках выделенных групп будет осуществляться из-за высокой дифференци-

ции в степени изношенности основных фондов в разных регионах. Это позволит повысить однородность распределения данных, используемых для моделирования, и получить более достоверные модели, обладающие робастными оценками, устойчивыми к различного рода выбросам и помехам.

В качестве основных факторов в моделях будут рассматриваться объем инвестиций в основной капитал по виду деятельности «Обрабатывающее производство», сальдированный финансовый результат предприятий по указанному виду деятельности, удельный вес убыточных предприятий обрабатывающей промышленности от общего числа организаций данного вида деятельности и количество используемых передовых производственных технологий. Для построения регрессионных моделей предполагается использовать доступные статистические данные Федеральной службы государственной статистики по 85 регионам России с 2011 по 2020 год. Для выбора оптимальной модели будет проводиться панельный анализ с применением теста Хаусмана и информационных критериев Шварца, Акаике и Хеннана – Куинна, достоверность основных параметров модели будет оцениваться с помощью стандартных ошибок и P -значений, для проверки наличия структурных сдвигов в выборке наблюдений будет использоваться тест Чоу. Достоверность модели предполагается оценивать также с помощью коэффициента детерминации и вероятности выполнения нуль-гипотезы его незначимости (F -знач.). Отдельное внимание будет уделено оценке наличия гетероскедастичности в модели (с помощью теста Уайта), автокорреляции между остатками (теста Вулдриджа и Дарбина – Уотсона), а также нормальности распределения ошибок модели. Построенные модели позволят определить факторы, оказывающие значительное влияние на динамику износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в различных группах регионов, и в дальнейшем построить среднесрочные прогнозные сценарии ее изменения.

Для формирования наиболее вероятных прогнозных сценариев изменения степени изношенности основных фондов промышленных предприятий в регионах России до 2024 года предполагается *ARIMA*-моделирование

и прогнозирование динамики ключевых факторов, влияние которых было установлено на предыдущем этапе исследования. Рассчитанные в результате *ARIMA*-моделирования прогнозные значения динамики изменения факторов, сохраняющие в будущем отмеченные тенденции прошлого, а также крайне возможные прогнозные значения предлагается использовать на следующем этапе для формирования трех прогнозных сценариев изменения динамики износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в регионах: инерционного, предполагающего сохранение в будущем отмеченной за последние 10 лет тенденции износа фондов, пессимистичного и оптимистичного. Построенные прогнозные сценарии позволят определить регионы, в которых под воздействием установленных факторов возможно дальнейшее активное наращивание изношенных основных фондов у предприятий обрабатывающих производств, а также регионы, в которых данная проблема будет решаться, а удельный вес изношенных основных фондов – сокращаться. Представленный методический подход к сценарному моделированию и прогнозированию динамики износа основных фондов даст возможность определить пространственные приоритеты решения проблемы обновления основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности, которые так необходимы для реализации промышленной политики в регионах России.

Результаты исследования

Для корректной оценки изношенности основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в регионах России и исследования факторов, оказывающих влияние на ее динамику, была осуществлена группировка регионов (табл. 1).

В первую группу регионов вошли территории с чрезвычайно высоким уровнем износа основных фондов предприятий, превышающим одно стандартное отклонение от среднероссийского уровня (со степенью изношенности фондов более 60% и удельным весом полностью изношенных фондов более 25%). Среди регионов данной группы наиболее высокой степенью износа основных фондов (78,2%) обладали предприятия Республики Коми. Более 50% всех ос-

новных фондов предприятий в данном регионе на конец 2020 года были полностью изношены. В г. Севастополе удельный вес полностью изношенных фондов предприятий обрабатывающей промышленности составлял 45,2%. Высоким уровнем изношенности фондов предприятий отличались и такие регионы, как Астраханская, Самарская, Костромская, Рязанская, Ярославская и Тамбовская области, Республика Хакасия, Ханты-Мансийский, Ямало-Ненецкий и Чукотский автономные округа. Средний уровень изношенности основных фондов предприятий в регионах данной группы составлял 65,3%, а средний удельный вес полностью изношенных фондов – 32,7%.

В регионах второй группы степень изношенности основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности была ниже, чем в первой группе, но превышала среднероссийский уровень в 51,9%. Удельный вес полностью изношенных фондов предприятий в большинстве регионов второй группы был также выше среднероссийского уровня в 19,3% (см. табл. 1). Наиболее высокий удельный вес полностью изношенных фондов предприятий на конец 2020 года наблюдался в Республике Башкортостан, Еврейской АО, Ненецком АО, Челябинской, Псковской, Нижегородской, Саратовской и Вологодской областях. Средний уровень изношенности основных фондов предприятий в регионах данной группы был ниже, чем в регионах первой группы (54,8%), а средний удельный вес полностью изношенных фондов почти в два раза ниже (19,8%).

В третью группу вошли регионы с уровнем износа предприятий обрабатывающей промышленности ниже среднероссийского уровня. При этом в данной группе выделялись регионы с высоким удельным весом полностью изношенных фондов. Так, в Ивановской области у предприятий обрабатывающей промышленности полностью изношенными считались 24,6% основных фондов, в Пермском крае – 21,6%, Смоленской области – 22,2%, Курганской области – 21,6%, Тюменской области – 21,1%, Республике Бурятия – 21%. В остальных регионах данной группы удельный вес полностью изношенных фондов не превышал 19%.

Таблица 1. Степень износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в регионах России и удельный вес полностью изношенных фондов на конец 2020 г., %

Регион	Степень износа фондов	Удельный вес полностью изношенных фондов	Регион	Степень износа фондов	Удельный вес полностью изношенных фондов
Первая группа регионов (с чрезвычайно высоким уровнем износа основных фондов предприятий)			Вторая группа регионов (с уровнем износа основных фондов предприятий выше среднего по России)		
Республика Коми	78,2	53,3	Еврейская АО	59,7	23,6
Астраханская обл.	67,6	30,3	Санкт-Петербург	57,5	20,9
Севастополь	67,6	45,2	Респ. Северная Осетия	57,2	16,1
Респ. Хакасия	66,6	30,7	Респ. Башкортостан	57,1	26,0
Самарская обл.	65,4	32,4	Челябинская обл.	56,9	24,2
Чукотский АО	64,0	23,0	Калининградская обл.	56,5	18,8
ХМАО	63,2	30,8	Саратовская обл.	56,4	23,1
Костромская обл.	63,1	27,6	Нижегородская обл.	56,3	23,2
ЯНАО	62,6	32,9	Волгоградская обл.	56,3	20,7
Рязанская обл.	62,4	29,3	Респ. Калмыкия	56,1	13,8
Ярославская обл.	62,4	31,4	Томская обл.	55,8	19,2
Тамбовская обл.	60,5	25,5	Вологодская обл.	55,5	23,2
Третья группа регионов с уровнем износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности ниже среднего по России (остальные регионы)			Респ. Марий Эл	55,1	18,0
			Белгородская обл.	54,9	19,0
			Хабаровский край	54,7	18,9
			Тверская обл.	54,6	20,0
			Алтайский край	54,4	20,2
			Респ. Адыгея	54,4	19,3
			Новосибирская обл.	54,3	20,2
			Московская обл.	54,3	16,4
			Респ. Мордовия	53,9	16,1
			Респ. Чувашия	53,9	22,1
			Липецкая обл.	53,9	19,4
			Иркутская обл.	53,7	20,7
			Псковская обл.	53,1	23,5
			Ненецкий АО	52,9	25,3
			Владимирская обл.	52,7	16,4
			Ростовская обл.	52,3	20,5
			Респ. Дагестан	52,1	7,8
Респ. Карачаево-Черкесия	52,1	22,3			
Ульяновская обл.	51,8	19,5			
Омская обл.	51,8	16,4			

Примечание: составлено авторами по данным Федеральной службы государственной статистики.

Для поиска факторов, оказывающих значительное влияние на динамику износа основных фондов предприятий в обрабатывающей промышленности в рассмотренных группах регионов, проведен регрессионный анализ с использованием панельных данных. При построении регрессионных моделей по первой группе регионов было использовано 120 наблюдений (по 12 регионам за период с 2011 по 2020 год). После удаления факторов с незначимыми по *P*-значению и стандартным ошибкам коэффи-

циентами регрессии в качестве оптимальной была признана регрессионная модель с фиксированными эффектами:

$$Y = e^{1,824} \times X^{0,619}, \quad (2)$$

где *Y* – степень износа основных фондов предприятий обрабатывающих производств (на конец года), %; $e^{1,824}$ – константа в регрессионной модели; *X* – удельный вес убыточных предприятий по виду деятельности «Обрабатывающее производство», % от общего числа организаций.

Основные параметры данной модели и результаты оценки их статистической значимости представлены в *таблице 2*.

Параметры регрессионной модели с фиксированными эффектами являются статистически значимыми, корреляционная взаимосвязь между переменными тесная ($R = 0,78$), около 61% дисперсии данных объяснимо построенной моделью. В модели присутствует гомоскедастичность, то есть фиксируется постоянство дисперсии в наблюдениях, помимо этого, ошибки модели подчиняются закону нормального распределения, между остатками отсутствует автокорреляция, о чем свидетельствуют статистика Дарбина – Вотсона ($1,5 < DW < 2,5$) и тест Вулдриджа. Тест Хаусмана показал, что модель со случайными эффектами лучше объясняет взаимосвязь между переменными, но исходя из наименьших значений информационных критериев Шварца, Акаике и Хеннана – Куинна нами была выбрана модель с фиксированными эффектами, у которой P -значимость статистики Хаусмана находится на уровне 10%. Согласно построенной модели, на степень износа основных фондов в первой группе регионов значительное влияние оказывает финансовое положение предприятий обрабатывающей промышленности. Наблюдаемая в ней дина-

мика роста удельного веса убыточных компаний свидетельствует о сложном финансовом положении предприятий данной отрасли, о невозможности проведения модернизации и технологического обновления производственных процессов, что способствует активному наращиванию степени износа основных фондов. Особенно тяжелое финансовое положение предприятий обрабатывающей промышленности наблюдается в Астраханской области, где, по данным 2020 года⁹, удельный вес убыточных предприятий составлял 57,6%. Более половины предприятий обрабатывающих производств были убыточными в Республике Хакасия (57,1%), Севастополе (50,1%), почти половина – в Ханты-Мансийском автономном округе (48,1%).

В условиях усиливающегося в настоящее время санкционного давления на российскую экономику, ограничения импорта высокотехнологичного оборудования и экспорта производимой предприятиями продукции, которые стали следствием ухудшения геополитической ситуации между Россией и западными странами в 2022 году, неизбежно дальнейшее ухудшение финансового положения предприятий данной отрасли и наращивание степени износа их основных фондов. Для прогнозирования

Таблица 2. Параметры регрессионной модели зависимости степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности от удельного веса убыточных организаций в первой группе регионов (с фиксированными эффектами)

	Коэффициент	Ст. ошибка	t -статистика	P -значение
<i>const</i>	1,824	0,208	8,754	3,32E-14***
<i>X</i>	0,619	0,061	10,158	2,23E-17***
<i>LSDV R-squared</i>	0,607		P -значение (F)	7,90E-17***
<i>LSDV F</i> (12, 107)	13,798		Стат. Дарбина – Вотсона	1,823
Крит. Шварца	187,775		Крит. Акаике	151,537
Параметр rho	0,514		Крит. Хеннана – Куинна	166,254
<i>Hausman test statistic:</i>			$H = 0,081$	0,077
<i>Non-linearity test</i> (Нулевая гипотеза – зависимость линейна)			Тестовая статистика: 45,914	1,24E-11
<i>White's test for heteroskedasticity</i> (нулевая гипотеза – наблюдается гомоскедастичность - наблюдения имеют общую дисперсию ошибки)			Хи-квадрат (2) = 6460,7	0,082
<i>Wooldridge test</i> (нулевая гипотеза – наличие автокорреляции остатков)			Тестовая статистика: $t(2) = 9,499$	0,061
Тест по критерию Хи-квадрат (нулевая гипотеза – нормальное распределение остатков)			Хи-квадрат (2) = 143,483	0,069
Примечание: *** – статистическая значимость на уровне 1%. Источник: составлено авторами.				

⁹ Источник: сайт Федеральной службы государственной статистики.

его динамики к концу 2024 года было проведено авторегрессионное моделирование динамики ключевого фактора в представленной выше регрессионной модели (удельного веса убыточных предприятий обрабатывающей промышленности) с использованием скользящего среднего (ARIMA). Этот метод моделирования позволил сформировать наиболее вероятный прогноз изменения доли убыточных предпри-

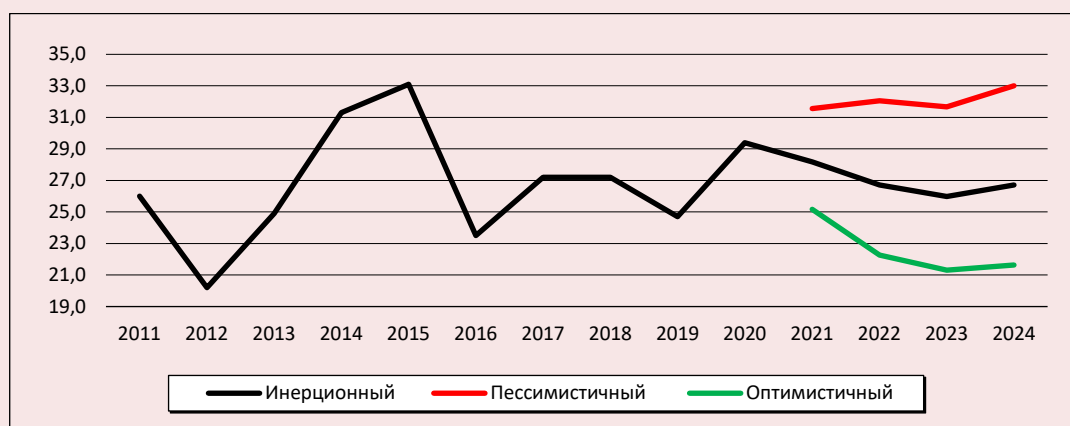
ятий в регионах первой группы с учетом отмеченных тенденций за период с 2011 по 2020 год (инерционный) и определить границы ее возможного колебания в будущем. В качестве примера представляем результаты ARIMA-модели и прогнозы изменения динамики удельного веса убыточных предприятий обрабатывающей промышленности по одному из регионов РФ – Самарской области (табл. 3, рисунок).

Таблица 3. Результаты ARIMA-моделирования динамики удельного веса убыточных организаций обрабатывающей промышленности в Самарской области

	Коэффициент	Ст. ошибка*	Z	P-значение
const	3.3	0.004	844.0	0.0000***
phi_1	0.647	0.214	3.025	0.0025***
phi_2	-0.864	0.133	-6.523	6.90e-11***
theta_1	-1.911	0.617	-3.095	0.0020***
theta_2	1.000	0.418	1.619	0.011***
R-квадрат	0.859	Крит. Акаике	-7.571	
Испр. R-квадрат	0.788	Крит. Шварца	-5.755	
		Крит. Хеннана – Куинна	-9.562	
	Действ. часть	Мним. часть	Модуль	Частота
AR				
Корень 1	0.3742	-1.0084	1.0756	-0.1934
Корень 2	0.3742	1.0084	1.0756	0.1934
MA				
Корень 1	0.9554	-0.2954	1.0000	-0.0477
Корень 2	0.9554	0.2954	1.0000	0.0477

Примечание: * – стандартные ошибки рассчитаны на основе Гессмана; *** – статистическая значимость на уровне 1%.
Источник: составлено авторами.

Базовые прогнозы динамики удельного веса убыточных организаций обрабатывающей промышленности в Самарской области до конца 2024 года, %



Источник: составлено авторами.

Результаты ARIMA-моделирования и регрессионного анализа легли в основу формируемых прогнозных сценариев относительно изменения степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности. Расчеты ожидаемых значений износа основных фондов к концу 2024 года в рамках инерционного прогнозного сценария с учетом сохранения отмеченных тенденций показали высокую вероятность дальнейшего наращивания изношенных фондов в таких регионах, как Республика Коми, Астраханская область и г. Севастополь (табл. 4). Указанные регионы обладали самым высоким уровнем износа основных фондов предприятий обрабатывающих производств и высоким уровнем убыточности предприятий данной отрасли.

Согласно построенному инерционному сценарию к концу 2024 года возможен рост степени изношенных основных фондов в Республике Коми с 78,2 до 78,8%, в Астраханской области – с 67,6 до 71,3% и Севастополе – с 67,6 до 78,5%. Дальнейшее ухудшение финансового положения предприятий в данных регионах, а такой сценарий в настоящее время является более реалистичным, приведет к невозможности технологического обновления производственных процессов и более серьезному износу используемых фондов (в Республике Коми до 90,9%, Астраханской области – 80,6% и Севастополе – 93,1%). Реализация этого сценария поставит под угрозу функционирование всей обрабаты-

вающей промышленности в указанных регионах. Высокий удельный вес убыточных предприятий обрабатывающей промышленности в Республике Хакасии и прогнозируемое отсутствие положительной динамики его изменения в Чукотском автономном округе не будут способствовать снижению в них степени износа основных фондов. К концу 2024 года наиболее вероятно реализация самого пессимистичного прогнозного сценария, согласно которому в Республике Хакасии степень износа основных фондов предприятий данного вида экономической деятельности достигнет 76,2%, а в Чукотском автономном округе – 91,6%. С таким уровнем изношенности основных фондов предприятия обрабатывающей промышленности не смогут успешно развиваться и выпускать конкурентоспособную продукцию, поэтому реализуемая на федеральном и региональном уровнях промышленная политика должна рассматривать указанные регионы в качестве приоритетных для привлечения инвестиций и модернизации используемых предприятиями основных фондов. Отмеченный уровень износа основных фондов предприятий является критичным и формирует угрозы для развития обрабатывающей промышленности в названных регионах. Если в первой группе регионов высокий уровень износа основных фондов в обрабатывающей промышленности был обусловлен тяжелым финансовым положением предприятий, высоким уровнем их убыточности, то во второй

Таблица 4. Степень износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в регионах первой группы в 2020 году и прогнозные сценарии ее изменения к концу 2024 года, %

Регион	Степень износа фондов в 2020 г.	Инерционный прогнозный сценарий	Пессимистичный прогнозный сценарий	Оптимистичный прогнозный сценарий
Республика Коми	78,2	78,77	90,88	57,07
Астраханская обл.	67,6	71,31	80,58	50,96
Севастополь	67,6	78,54	93,10	61,77
Республика Хакасия	66,6	64,76	76,23	51,71
Чукотский АО	64,0	63,97	91,61	39,47
Самарская обл.	65,4	60,18	78,32	46,24
ХМАО	63,2	58,75	74,55	46,30
Костромская обл.	63,1	47,56	62,03	36,46
ЯНАО	62,6	57,40	69,11	47,68
Рязанская обл.	62,4	54,59	66,56	39,46
Ярославская обл.	62,4	51,24	65,64	40,00
Тамбовская обл.	60,5	42,42	56,04	32,11
Примечание: составлено авторами.				

группе, как показал регрессионный анализ, основным фактором выступал недостаточный объем привлекаемых предприятиями инвестиций в основной капитал:

$$Y = e^{4,11} \times X^{-0,032}, \quad (3)$$

где Y – степень износа основных фондов в обрабатывающем производстве (на конец года), %; $e^{4,11}$ – константа в регрессионной модели; X – инвестиции в основной капитал по виду деятельности «Обрабатывающее производство», млн руб.

При построении модели было использовано 320 наблюдений (по 32 регионам за период с 2011 до 2020 год). Панельная диагностика Хаусмана и Бреуш – Пагана, оценка статистической значимости параметров регрессии и информационных критериев Шварца, Акаике и Хеннана – Куинна подтвердили оптимальность регрессионной модели с фиксированными эффектами (табл. 5). Согласно ей, снижение объема привлекаемых инвестиций в основной капитал предприятий данного вида экономической деятельности в регионах второй группы способствовало росту степени износа их основных фондов на 0,03%. Результаты исследования динамики привлекаемых инвестиций свидетельствуют, что не во всех регионах второй

группы наблюдалась отмеченная тенденция. Например, в г. Санкт-Петербурге, Республике Башкортостан, Челябинской, Калининградской, Нижегородской, Вологодской, Московской, Владимирской областях был отмечен рост объема привлекаемых инвестиций.

Проведенный авторегрессионный анализ с использованием скользящего среднего (ARIMA) позволил спрогнозировать дальнейший рост объема привлекаемых инвестиций в данных регионах к концу 2024 года по сравнению с 2020 годом и сформировать прогнозные сценарии, согласно которым предполагается значительное снижение степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности (табл. 6). Активное развитие обрабатывающей промышленности в отмеченных регионах будет способствовать привлечению инвестиций даже в условиях реализации более пессимистичных сценариев и даст возможность провести модернизацию производственных процессов и технологий на части предприятий обрабатывающей промышленности. В отдельных регионах, таких как Хабаровский край, Ненецкий автономный округ и Республика Калмыкия, на протяжении исследуемого периода наблюдался устойчивый спад объема привлекаемых инвестиций в основной капитал предприятий обрабатывающих производств.

Таблица 5. Параметры регрессионной модели зависимости степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности от объема инвестиций в основной капитал во второй группе регионов (с фиксированными эффектами)

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение
<i>const</i>	4,111	0,147	27,977	5,56E-84***
<i>X</i>	-0,032	0,017	-1,907	0,058*
<i>LSDV R-squared</i>	0,642		<i>P-значение (F)</i>	4,20E-13***
<i>LSDV F (32, 287)</i>	4,657		Стат. Дарбина – Вотсона	1,39
Крит. Шварца	-191,882		Крит. Акаике	-316,236
Параметр <i>rho</i>	0,786		Крит. Хеннана – Куинна	-266,579
<i>Hausman test statistic:</i>			$H = 1,315$	0,025
<i>Non-linearity test</i> (Нулевая гипотеза – зависимость линейна)			Тестовая статистика: 22,597	1,998E-06
<i>White's test for heteroskedasticity</i> (нулевая гипотеза – наблюдается гомоскедастичность – наблюдения имеют общую дисперсию ошибки)			Chi-квадрат (2) = 426,372	0,821
<i>Wooldridge test</i> (нулевая гипотеза – наличие автокорреляции остатков)			Тестовая статистика: $t (2) = 29,384$	0,643
Тест по критерию Chi-квадрат (нулевая гипотеза – нормальное распределение остатков)			Chi-квадрат (2) = 1,052674	0,591
Примечание: * – статистическая значимость на уровне 10%; *** – статистическая значимость на уровне 1%. Источник: составлено авторами.				

Таблица 6. Степень износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в регионах второй группы на конец 2020 года и прогнозные сценарии ее изменения к концу 2024 года, %

Регион	Степень износа фондов в 2020 г.	Инерционный сценарий	Пессимистичный сценарий	Оптимистичный сценарий
Респ. Северная Осетия	57,2	57,2	61,7	53,1
Респ. Калмыкия	56,1	58,7	60,2	57,2
Ненецкий АО	52,9	56,0	58,6	54,1
Хабаровский край	54,7	64,3	75,8	54,6
Санкт-Петербург	57,5	43,1	43,8	42,4
Челябинская обл.	56,9	42,4	42,8	42,0
Саратовская обл.	56,4	44,2	52,7	37,1
Нижегородская обл.	56,3	43,5	44,1	43,0
Волгоградская обл.	56,3	43,4	44,2	42,7
Вологодская обл.	55,5	41,7	42,0	41,4
Белгородская обл.	54,9	44,7	45,2	44,3
Тверская обл.	54,6	45,6	46,3	44,9
Алтайский край	54,4	45,5	46,6	44,5
Новосибирская обл.	54,3	44,2	44,8	43,5
Московская обл.	54,3	42,2	42,7	41,8
Липецкая обл.	53,9	44,0	44,9	43,1
Псковская обл.	53,1	47,6	48,5	46,7
Владимирская обл.	52,7	45,2	45,8	44,6
Ростовская обл.	52,3	44,4	44,8	44,0
Ульяновская обл.	51,8	44,9	46,1	43,7
Омская обл.	51,8	41,7	43,3	40,2

Источник: составлено авторами.

Соответственно, в ходе *ARIMA*-моделирования динамики данного показателя спрогнозировано значительное снижение объема инвестиций к концу 2024 года. Так, согласно наиболее вероятному прогнозу, с учетом сохранения отмеченной на протяжении 2011–2020 гг. тенденции в Хабаровском крае возможно сокращение объема привлекаемых инвестиций в 2,9 раза.

В результате степень износа основных фондов предприятий данного вида экономической деятельности повысится до 64,3% (инерционный прогнозный сценарий), а в случае пессимистичного сценария, который в настоящее время является наиболее реалистичным, износ фондов возрастет до очень высокого уровня – 75,8%. *ARIMA*-моделирование позволило спрогнозировать снижение инвестиций в основной капитал предприятий обрабатывающей промышленности и в Ненецком автономном округе (на 96,8%), а также Республике Калмыкии (на 81,3%). Реализация этого прогноза негативно скажется на степени износа основных фондов предприятий данных регионов, поэтому считаем важным при реализации промышленной политики на федеральном и региональном

уровнях оказывать приоритетную государственную поддержку предприятиям в регионах с характерной динамикой снижения объема привлекаемых инвестиций в основной капитал обрабатывающей промышленности.

В третью группу территорий с низким уровнем износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности по данным на конец 2020 года вошел 41 регион. Проведенный регрессионный анализ, результаты которого представлены в *таблице 7*, показал, что основным фактором, оказывающим влияние на динамику износа основных фондов предприятий данной группы регионов, так же как и первой группы, является финансовое положение предприятий (удельный вес убыточных предприятий):

$$Y = e^{2,575} \times X^{0,339}, \quad (4)$$

где Y – степень износа основных фондов в обрабатывающем производстве (на конец года), %; $e^{2,575}$ – константа в регрессионной модели; X – удельный вес убыточных организаций по виду деятельности «Обрабатывающее производство», % от общего числа организаций.

Таблица 7. Параметры регрессионной модели зависимости степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности от удельного веса убыточных организаций в третьей группе регионов (с фиксированными эффектами)

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение
<i>const</i>	2,575	0,091	28,17	0,0001***
<i>X</i>	0,339	0,027	12,195	0,0001***
<i>LSDV R-squared</i>	0,527		P-значение (F)	5,39E-39***
<i>LSDV F (32, 287)</i>	9,987		Стат. Дарбина – Вотсона	1,88
Крит. Шварца	316,212		Крит. Акаике	147,533
Параметр <i>rho</i>	0,474		Крит. Хеннана – Куинна	214,267
<i>Hausman test statistic:</i>			<i>H</i> = 2,428	0,0121
<i>Non-linearity test</i> (Нулевая гипотеза – зависимость линейна)			Тестовая статистика: 67,302	2,328E-16
<i>White's test for heteroskedasticity</i> (нулевая гипотеза – наблюдается гомоскедастичность – наблюдения имеют общую дисперсию ошибки)			Chi-квадрат (2) = 37604,1	0,061
<i>Wooldridge test</i> (нулевая гипотеза – наличие автокорреляции остатков)			Тестовая статистика: <i>t</i> (2) = 18,203	0,118
Тест по критерию Chi-квадрат (нулевая гипотеза – нормальное распределение остатков)			Chi-квадрат (2) = 452,555	0,535
Примечание: *** – статистическая значимость на уровне 1%. Источник: составлено авторами.				

Однако если в первой группе регионов рост доли убыточных предприятий в обрабатывающей промышленности способствовал повышению степени износа основных фондов на 0,62%, то во второй группе регионов – на 0,34%.

Построенная модель обладает статистически значимыми параметрами, несмотря на низкий коэффициент детерминации, между переменными в модели наблюдается тесная корреляционная взаимосвязь ($R = 0,73$). В ней отсутствует гетероскедастичность, наблюдения имеют общую дисперсию ошибки, отсутствует автокорреляция между остатками, наблюдается их нормальное распределение.

Построенные для каждого региона данной группы *ARIMA*-модели динамики удельного веса убыточных предприятий и регрессионная модель ее влияния на степень износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности позволили сформировать базовые, наиболее вероятные прогнозные сценарии изменения динамики данного показателя до конца 2024 года (табл. 8).

Инерционный прогнозный сценарий, учитывающий наблюдавшиеся тенденции в динамике изменения доли убыточных предприятий в период 2011–2020 гг., позволил установить регионы, для которых проблема роста степени износа основных фондов предприятий мо-

жет стать в краткосрочной перспективе сдерживающим фактором развития обрабатывающей промышленности. К таким регионам относятся Курганская область, где из-за вероятного роста доли убыточных предприятий возможно повышение степени износа основных фондов до 68,9%, Краснодарский край (до 52,8%), Ивановская область (до 51,9%), Мурманская область (до 46,9%), Республика Бурятия (до 45,1%), Сахалинская область (до 45%), Республика Саха (до 34,3%) и Республика Тыва (до 32,1%). В случае реализации пессимистичного сценария, вероятность которого в настоящее время наиболее высока, возможен и более значительный рост доли убыточных предприятий в обрабатывающей промышленности и изношенности основных фондов. Особенно критичной проблема наращивания степени износа основных фондов является для предприятий Ивановской и Курганской областей (см. табл. 8). В этих регионах в случае реализации пессимистичного сценария степень износа основных фондов предприятий в обрабатывающей промышленности превысит 76%.

Для снижения степени их износа необходимо повышать финансовую устойчивость функционирующих в данных регионах промышленных предприятий, привлекать льготные банковские кредиты для технологического обновления

Таблица 8. Степень износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в регионах третьей группы на конец 2020 года и прогнозные сценарии ее изменения к концу 2024 года, %

Регион	Степень износа фондов в 2020 г.	Инерционный сценарий	Пессимистичный сценарий	Оптимистичный сценарий
Ивановская область	51,5	51,9	76,2	35,4
Курганская область	50,2	68,9	87,8	37,7
Краснодарский край	50,0	52,8	59,2	47,0
Мурманская область	44,6	46,9	50,4	43,7
Республика Бурятия	43,1	45,1	52,2	38,9
Сахалинская область	41,6	45,0	47,6	42,5
Республика Саха	34,3	40,9	47,6	32,1
Республика Тыва	30,3	32,1	37,5	25,8
Воронежская область	51,1	36,3	42,6	30,9
Пермский край	50,8	37,2	43,0	32,2
Новгородская область	50,2	46,5	49,7	43,5
Смоленская область	50,2	43,7	51,9	36,8
Свердловская область	50,2	43,6	52,0	36,6
Калужская область	50,0	37,4	48,6	28,8
Пензенская область	49,4	38,7	40,3	37,2
Республика Татарстан	44,1	41,1	43,5	38,8
Ленинградская область	48,9	40,4	43,7	37,2
Тюменская область	46,7	41,5	45,8	37,6
Город Москва	46,8	41,4	44,0	39,0
Примечание: составлено авторами.				

и модернизации производственных процессов, государственные инвестиции для реализации масштабных проектов, предполагающих внедрение инноваций и передовых производственных технологий. Начиная с 2015 года в России в рамках реализуемой на федеральном и региональном уровнях промышленной политики активно используется инструмент государственного софинансирования реализуемых проектов в обрабатывающей промышленности из Фонда развития промышленности РФ (ФРП). Этот инструмент государственной поддержки предприятий активно применяется только в 50 субъектах РФ из 85. К тому же инвестиционные проекты, поддержанные Фондом, реализуются в основном активно развивающимися, крупными производственными предприятиями. Предприятия, обладающие действительно изношенными основными фондами, находящиеся в сложном финансовом положении, не могут участвовать в реализации инвестиционных проектов, которые поддерживаются Фондом развития промышленности. При реализации промышленной политики инвестиционная поддержка предприятий должна осуществляться

с учетом износа основных фондов промышленных предприятий в регионах.

Заключение

В исследовании выдвинутая гипотеза была подтверждена, установлено влияние не только инвестиций в основной капитал, но и финансового положения предприятий на динамику износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в регионах России. Авторами представлен методический подход, базирующийся на статистическом и регрессионном анализе с использованием панельных данных, авторегрессионном моделировании со скользящим средним (ARIMA), для выявления факторов, оказывающих влияние на динамику износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности в различных регионах, и проектирования системы прогнозных сценариев ее изменения в будущем. Результатом исследования стала группировка регионов по степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности: выделены регионы с чрезвычайно высоким уровнем износа фондов, регионы с уровнем износа выше и ниже среднероссийского уровня.

С помощью регрессионного моделирования были определены ключевые факторы динамики износа основных фондов: в первой и третьей группах регионов — тяжелое финансовое положение предприятий, во второй группе — недостаточный объем привлекаемых инвестиций в основной капитал. В рамках выделенных групп регионов проведено авторегрессионное моделирование динамики данных факторов с использованием скользящего среднего для формирования наиболее вероятных прогнозных сценариев изменения степени износа основных фондов предприятий обрабатывающей промышленности до 2024 года: инерционного, учитывающего текущую динамику износа основных фондов, пессимистичного и оптимистичного.

В результате исследования были определены регионы, нуждающиеся в приоритетной государственной поддержке в рамках осуществляемой в России промышленной политики для обновления изношенных фондов, а именно: Астраханская, Ивановская, Курганская, Мурманская, Сахалинская области, республики Коми, Хакасия, Северная Осетия, Калмыкия, Бурятия, Саха, Тыва, Севастополь, Чукотский и Ненецкий АО, Хабаровский и Краснодарский края. Данные пространственные приоритеты решения проблемы износа основных фондов предприятий рекомендуется использовать при финансировании инвестиционных программ Фондом развития промышленности России и реализации промышленной политики на федеральном уровне.

Литература

- Альжанова Ф.Г., Нурланова Н.К., Днишев Ф.М. (2020). Оценка уровня и приоритетные направления модернизации регионов Казахстана // Проблемы развития территории. № 1 (105). С. 124–141. DOI: 10.15838/ptd.2020.1.105.9
- Вылегжанина Е.В., Росляков В.А. (2018). Проблема высокой степени износа основных средств на обрабатывающих предприятиях в России // International Journal of Humanities and Natural Sciences. Вып. 12-2. С. 13–16.
- Гагарина Г.Ю., Архипова Л.С. (2017). Региональные особенности использования производственного потенциала макрорегиона как фактора устойчивости экономики России // Вестник РЭУ им. Г.В. Плеханова. № 4 (94). С. 126–137.
- Горидько Н.П., Нижегородцев Р.М. (2011). Износ основных фондов как фактор инфляции в современной экономике Украины: опыт эконометрического анализа // Проблемы економіки. № 3. С. 98–100.
- Джевицкая Е.С. (2017). Угрозы экономической безопасности российских промышленных предприятий // Russian journal of management. Т. 5. № 4. С. 581–585. DOI: 10.29039/article_5a5df353e63c91.52556497
- Карлова Н., Пузанова Е., Богачева И. (2019). Производительность в промышленности: факторы роста. Аналитическая записка. М.: Центральный Банк Российской Федерации. 27 с.
- Ковалева Т.Ю. (2010). Оценка достаточности информационной базы для выполнения обоснованного анализа динамики и состояния основных фондов // Проблемы современной экономики. № 1 (33). С. 95–100.
- Конденкова М.А. (2017). Статистический анализ объема инвестиций в основной капитал в РФ // Инновационная экономика: мат-лы IV Междунар. научн. конф. (г. Казань, октябрь 2017 г.). Казань: Бук. С. 7–9. URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/262/12656/> (дата обращения 05.04.2022).
- Лугачева Л.И. (2001). Формирование инвестиционных ресурсов машиностроения и их институциональное обеспечение // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. Т. 1. Вып. 2. С. 118–140.
- Лядова Е.В. (2017). Анализ динамики производительности труда в России: макроэкономический аспект // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. № 1 (45). С. 46–53.
- Огородникова Т.В., Соломеин А.А., Орлов В.Е., Шипунова И.Г. (2020). Техничко-экономическая оценка состояния основных средств и критерий обоснованности восстановительных инвестиций // Известия Байкальского государственного университета. Т. 30. № 1. С. 89–99. DOI: 10.17150/2500-2759.2020.30(1).89-99

- Печенская М.А. (2020). Современные проблемы бюджетного развития региональных центров // *Актуальные проблемы экономики и права*. Т. 14. № 1. С. 40–56.
- Прохорова Э.К. (2019). Влияние состояния основных фондов на развитие российской промышленности в условиях международных санкций // *Вестник международного института рынка*. № 1. С. 30–36.
- Розанова Л.И., Тишков С.В. (2018). Ограничения промышленного освоения инноваций в условиях высокого износа основных производственных фондов // *Экономика и менеджмент инновационных технологий*. № 5. URL: <https://ekonomika.snauka.ru/2018/05/16019> (дата обращения 03.04.2022).
- Сапрыкина М.С. (2020). Статистический анализ степени износа основных фондов предприятий отрасли производства и распределения электроэнергии в Российской Федерации // *Вектор экономики*. № 11. URL: http://www.vectoreconomy.ru/images/publications/2020/11/economic_theory/Saprykina.pdf (дата обращения 05.05.2022).
- Чинова Е.Н., Балабанова Г.Г. (2017). Производительность труда как критерий уровня развития предприятий промышленности строительных материалов // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. № 6. С. 172–177. DOI: 10.12737/article_5926a05a880885.91931435
- Abieva S.N., Kanabekova M.A. (2021). Investments in fixed assets in Kazakhstan. *Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 2(390), 139–145. DOI: 10.32014/2021.2518-1467.62
- Boucekkine R., Oliveira Cruz B. (2015). Technological progress and investment: A non-technical survey. 2015. Available at: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01145485/document> (accessed: May 5, 2022).
- Collings S. (2016). Fixed assets and investment property. In: *UK GAAP Financial Statement Disclosures Manual*. DOI: 10.1002/9781119283393.ch13
- Franik T. (2007). Depreciation of fixed assets and efficiency of investment and operation of a mining plant. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, 23(4), 87–100.
- Freiberg F., Scholz P. (2015). Evaluation of investment in modern manufacturing equipment using discrete event simulation. *Procedia Economics and Finance*, 34, 217–224. DOI: 10.1016/S2212-5671(15)01622-6
- Kolesnik Y., Dobrovolska O., Malyuta I., Petrova A., Shulyak S. (2019). The investment model of fixed assets renovation in the agricultural industry: Case of Ukraine. *Investment Management and Financial Innovations*, 16(4), 229–239. DOI: 10.21511/imfi.16(4).2019.20
- Lazebnyk L. (2018). Renewal of fixed assets in Ukraine: Problems of their depreciation and use. *Economy of Ukraine*, 9, 62–74. DOI: 10.15407/economyukr.2018.08.062
- Postiguillo García D., Blasco A., Ribal J. (2017). Modeling the depreciation rate of construction machinery. An Ordinary Least-Squares approach and quantile regression approach. In: *19th Edition of the Mathematical Modelling Conference Series at the Institute for Multidisciplinary Mathematics*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/329040628_Modeling_the_depreciation_rate_of_construction_machinery_An_Ordinary_Least-Squares_approach_and_quantile_regression_approach (accessed: May 5, 2022).
- Tang L., Hao M., Zhang Y. (2013). Depreciation of fixed assets to capital budgeting decision analysis of the influence of independent. *Journal of Convergence Information Technology*, 8(10), 429–437. DOI: 10.4156/jcit.vol8.issue10.53
- Urban S., Kowalska A.S. (2015). Investments and basic fixed assets in agriculture. *The Polish Statistician*, 60(9), 66–76. DOI: 10.5604/01.3001.0014.8301

Сведения об авторах

Илья Викторович Наумов – кандидат экономических наук, заведующий лабораторией, Институт экономики Уральского отделения РАН (620014, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29; e-mail: ilia_naumov@list.ru)

Наталья Леонидовна Никулина – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт экономики Уральского отделения РАН (620014, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29; e-mail: nikulinanl@mail.ru)

Naumov I.V., Nikulina N.L.

Scenario Modeling and Forecast of the Degree of Depreciation of Fixed Assets at Manufacturing Enterprises in Russia's Regions

Abstract. In a deteriorating geopolitical situation and under the pressure of sanctions on the Russian economy, its manufacturing enterprises are facing significant restrictions in the import of high-tech equipment and materials necessary for technical re-equipment and modernization of the fixed assets they use. These restrictions contribute to increasing the degree of their deterioration and will do so in the future as well. The hypothesis of our study consists in the assumption that the dynamics of fixed assets depreciation at enterprises is influenced not only by the volume of attracted investments, but also by other factors, and that the degree of their impact in different groups of regions is differentiated. The aim of the work is to design forecast scenarios that would show the changes in the degree of fixed assets depreciation at manufacturing enterprises, taking into account the differentiated influence of factors. The study presents a methodological approach based on statistical and regression analysis using panel data and autoregressive integrated moving average (ARIMA) model to identify factors affecting the dynamics of fixed assets depreciation at manufacturing enterprises in various regions and design a system of forecast scenarios for its changes in the future. We group the regions according to the degree of depreciation of fixed assets of manufacturing enterprises (we identify groups of regions with an extremely high level of fixed assets depreciation, and the levels above and below the Russian average). Using regression models we identify the differentiated influence of factors on the dynamics of fixed assets depreciation: in the first and third groups of regions, the key factor in increasing depreciation is the difficult financial situation of enterprises; in the second group – insufficient volume of attracted investments in fixed assets. For each group of regions, autoregressive modeling of the dynamics of these factors is carried out using a moving average to form the most likely forecast scenarios for changes in the degree of fixed assets depreciation at manufacturing enterprises until 2024. As a result of forecasting, we identify regions with the most likely dynamics of further increase in the degree of depreciation of fixed assets of enterprises; these regions should become a priority in obtaining state support for the implementation of industrial policy in Russia.

Key words: depreciation of fixed assets, manufacturing industry, scenario modeling, forecasting, regression analysis, ARIMA modeling, Russia's regions.

Information about the Authors

Ilya V. Naumov – Candidate of Sciences (Economics), head of laboratory, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (29, Moskovskaya Street, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: ilia_naumov@list.ru)

Natalya L. Nikulina – Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (29, Moskovskaya Street, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: nikulinanl@mail.ru)

Статья поступила 16.05.2022.