

К. Д. Бугров
**ДВОЙНОЙ СТАРТ: ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТРАТЕГИЯ
О. А. ЕСИНА И РАЗВИТИЕ УРАЛЬСКОЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ
НАУКИ В 1930–1970-х гг.**

doi: 10.30759/1728-9718-2024-4(85)-155-165

УДК 94(470.5)“1930/1970” ББК 63.3(235.55)6

Статья посвящена анализу исследовательской стратегии О. А. Есина (1904–1979), выдающегося химика и металлурга, внесшего весомый вклад в развитие научно-образовательного комплекса советского Урала. Рассмотрены основные этапы исследовательской карьеры О. А. Есина, охарактеризован его вклад в решение конкретных научных проблем. Показано, что карьера О. А. Есина включала тематический перелом — второй старт, — заключавшийся в переходе от изучения электрохимии к изучению пирометаллургических процессов. Охарактеризованы две крупнейшие дискуссии о структуре шлаков и о сущности процессов восстановления оксидов металла, которые Есин и его ученики инициировали в конце 1940–1950-х гг., выявлена расстановка сил и обмен аргументами в этих дискуссиях; проанализированы статьи участников дискуссии 1940-х гг., полемическая составляющая фундаментального труда О. А. Есина и П. В. Гельда «Физическая химия пирометаллургических процессов». Выявлена роль, которую сыграл союз О. А. Есина с химиком Г. И. Чуфаровым — автором адсорбционно-каталитической теории восстановления оксидов металла; отмечена критическая роль научного наставничества в стратегии Есина. Сделан вывод о том, что успешный второй старт карьеры Есина имел важные последствия для отечественной металлургической науки в целом, сформировав новый исследовательский центр в Свердловске, заложив основы для возникновения самостоятельного Института металлургии УрО АН СССР.

Ключевые слова: *металлургия, Урал, О. А. Есин, научная школа, Институт металлургии УрО РАН*

Одной из ключевых фигур научно-образовательной сферы советского Свердловска по праву следует считать химика и металлурга Олега Алексеевича Есина (1904–1979) — крупного специалиста в области физикохимии металлургических процессов, чьи изыскания сегодня характеризуют как «качественный перелом в развитии теоретической металлургии».¹ Кроме того, О. А. Есин выступал в роли организатора научной школы — группы исследователей, члены которой «работают в одном, возможно нескольких коллективах, объединены одними целевыми установками, придерживаются общих научных принципов в процессе работы»,² — сыгравшей важную роль в развитии отечественной металлургии.

Карьера Есина представляет большой интерес благодаря необычной научно-организа-

ционной стратегии, которую мы можем назвать «двойным стартом». В 1943 г. Есин внезапно оставил электрохимическое направление в науке, в котором к концу 1930-х гг. имел серьезную репутацию, и перешел к изучению теоретических вопросов металлургии, заново начав свою исследовательскую карьеру. Переход к новой научной теме сопровождался дискуссией, которая для Есина и его свердловских коллег приняла характер борьбы за позиции в новой для них иерархии научных центров. Изучению этого процесса и посвящена статья. Конечно, предлагаемое исследование не имеет целью дать полное изложение взглядов Олега Алексеевича и его школы на те или иные феномены химической и металлургической науки; общая оценка трудам ученого и его школы дана в специализированных работах.³ В данном

¹ Цветков Ю. В. О влиянии адсорбционно-каталитической теории Г. И. Чуфарова на развитие теоретической металлургии // Оксиды. Физико-химические свойства. Екатеринбург, 2000. С. 9.

² Грезнева О. Ю. Научные школы (педагогический аспект). М., 2003. С. 11.

*Бугров Константин Дмитриевич — д.и.н., заместитель директора, доцент, в.н.с., Институт истории и археологии УрО РАН (г. Екатеринбург)
E-mail: k.d.bugrov@gmail.com*

³ См.: Агеев Н. В. Олег Алексеевич Есин (к 70-летию со дня рождения) // Электрохимия и расплавы. М., 1974. С. 3–5; Алфимова Е. А. О Есине Олеге Алексеевиче // Химфак УПИ — 75: очерки о жизни факультета. Екатеринбург, 1995. С. 63–67; Морачевский А. Г. Профессор Олег Алексеевич Есин (к 100-летию со дня рождения) // Журнал прикладной химии. 2004. Т. 7, № 9. С. 1577–1578; Филиппов М. А. Теория металлургических процессов Олега Есина // Они создавали славу факультета. Екатеринбург, 2010. С. 157–166; Пономарев В. И., Поспелова О. В. История создания Института металлургии УрО РАН // Люди, наука, достижения. Институт металлургии: к 60-летию Института металлургии Уральского отделения Российской академии наук. Екатеринбург, 2015. С. 4–50.

случае мы трактуем науку как социальный феномен, как поле науки, в котором, согласно П. Бурдьё, существуют отношения иерархии, сетевых связей и борьбы с использованием доступных акторам ресурсов за достижение «монополии в научно легитимной репрезентации “реального”».⁴ Смена исследовательского направления Есина интересна для нас именно в методологической перспективе социологии науки Бурдьё как случай претендента, вступающего в борьбу с доминирующей силой за символический капитал. Цель статьи — на примере анализа карьеры конкретного ученого выявить механику и специфику такой борьбы в советской науке середины XX в.

О. А. Есин — сын домовладелицы — поступил в Уральский университет через рабфак. В 1926 г. он окончил Уральский политехнический институт (такое имя университет получил в 1925 г.) и стал одним из первых аспирантов вуза;⁵ в 1929 г. проходил стажировку в Германии, в 1930 г. вернулся и приступил к работе в Уральском политехническом институте, а с 1935 г. также заведовал кафедрой физической химии Свердловского государственного университета; кроме того, Есин возглавлял лабораторию общей электрохимии в отраслевом Уральском физико-химическом институте.⁶ Своим научным профилем он избрал электрохимию водных растворов. Научная работа Есина проходила в условиях фронтальной науки, характерными чертами которой следует считать дефицит ресурсов, ориентацию на получение практических результатов по основному профилю локальной экономики Урала, находившейся в ситуации межрегиональной конкуренции.⁷ Спрос на работы электрохимиков обеспечивал растущий уральский комплекс металлургии меди, никеля, алюминия.

В 1930-е гг. Есин занимался двумя основными исследовательскими темами. Первая из них была связана с разработкой количественной теории совместного разряда ионов (явление, когда при электролизе водных растворов вместе с ионами металла на электродах разряжаются и ионы водорода; это, в свою очередь, ведет к понижению выхода по току металла и

ухудшению его качества). Изыскания Есина в данной сфере позволяли «по данным условиям электролиза предсказать выход по току интересующего (заданного) продукта с хорошим совпадением с действительностью».⁸ Есин проявил себя как умелый консультант индустриального производства: на протяжении 1930-х гг. он участвовал в подготовке трех монографических работ, посвященных важнейшим научно-производственным вопросам растущей цветной металлургии Урала, а в годы Великой Отечественной войны оказывал ценную технологическую помощь медеэлектролитному заводу в Верхней Пышме.⁹

В наибольшей степени Есина прославили работы по изучению двойного электрического слоя — явления, привлекавшего внимание электрохимиков с конца XIX в. Первую концепцию двойного электрического слоя предложил в 1879 г. немецкий ученый Г. Гельмгольц, рассматривавший двойной слой как плоский конденсатор с внутренней обкладкой из потенциалобразующих ионов и расположенной параллельно ей в жидкости внешней обкладкой из противоионов. Альтернативная модель была в 1910-х гг. сформирована на базе экспериментов французского физика Л. Гуи и английского химика Д. Чепмэна. Модель Гуи–Чепмэна описывала двойной слой как имеющий диффузную природу. В середине 1920-х гг. немецкий химик О. Штерн свел воедино наработки своих предшественников, создав теорию двойного электрического слоя. Согласно Штерну, слой противоионов имеет два слоя — адсорбционный и диффузионный.¹⁰ Теория Штерна, в целом объяснявшая основные процессы, протекающие в двойном электрическом слое, подвергалась уточнениям на основании новых данных.

Во второй половине 1930-х гг. Есин и его ученик, студент Свердловского госуниверситета Б. Ф. Марков, «обнаружили расхождение эксперимента с теорией Штерна при специфической адсорбции ионов — изменение потенциала с концентрацией оказалось почти вдвое больше предсказанного теорией».¹¹ Данное расхождение стало известно в мировой науке как эффект Есина–Маркова; само это понятие ввел в научный оборот американский химик Д. Грэм

⁴ Bourdieu P. *Science of Science and Reflexivity*. Chicago, 2004. P. 69.

⁵ См.: Научные школы Уральского федерального университета: энциклопедия. Екатеринбург, 2020. С. 21.

⁶ См.: Пономарев В. И., Поспелова О. В. Указ. соч. С. 6.

⁷ См.: Михеев М. В. Урал и Украина в системе межрегиональных противоречий 1920-х–1930-х гг. (начало) // Историко-географический журнал. 2024. Т. 3, № 1. С. 60.

⁸ Научно-исследовательские институты тяжелой промышленности. М.; Л., 1935. С. 82.

⁹ См.: Научные школы Уральского федерального университета: энциклопедия. Екатеринбург, 2020. С. 26.

¹⁰ См.: Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии. М., 1976. С. 186.

¹¹ Борис Вульфович (Владимирович) Эршлер / Бяков В. М. [и др.] // Электрохимия. 2009. Т. 45, № 1. С. 8.

в 1955 г.¹² А в 1943 г. вышла работа О. А. Есина и В. М. Шихова «Об интерионном взаимодействии в двойном электролитическом слое», в которой авторы «усовершенствовали теорию Штерна, учтя дискретный характер ионных слоев».¹³ На этой базе развернулось изучение теории дискретного двойного электрического слоя,¹⁴ в итоге которого круг московских специалистов-электрохимиков, опираясь на исследования Есина и его учеников, окончательно ревизовал модель Штерна.¹⁵

Научные успехи Есина в значительной степени определялись тем, что ему удавалось эффективно организовать экспериментальную работу. Для этого требовались сотрудники — главный дефицит в условиях фронтальной науки, — которых Есин находил среди студентов. Он преподавал и в Уральском индустриальном институте, и в организованном в 1931 г. Свердловском государственном университете, имел репутацию яркого лектора. Среди его учеников того периода был ряд ярких исследователей. Так, М. А. Лошкарев окончил Уральский индустриальный институт в 1936 г., а в 1939 г. вместе с О. А. Есиным и В. И. Сотниковой обнаружил, что «в присутствии некоторых органических веществ скорость электроосаждения ряда металлов не зависит от потенциала в области адсорбции органического вещества».¹⁶ Это явление, получившее название «эффект Лошкарева», имело важное практическое значение для гальванотехники. С 1948 г. Лошкарев работал в Днепропетровском химико-технологическом институте, со временем возглавил его.¹⁷ Другой ученик Есина, Л. И. Антропов, в 1940–1960-х гг. руководил электрохимическими кафедрами в Ереване, Новочеркасске и Киеве. Б. Ф. Марков в послевоенный период успешно работал в Киеве.¹⁸

¹² См.: Barradas R. G., Hamilton P. G., Conway B. E. Esin and Markov Effect for Adsorbed Organic Ions and Molecules // *The Journal of Physical Chemistry*. 1965. Vol. 69, № 10. P. 3411.

¹³ Антропов Л. И. Теоретическая электрохимия. М., 1965. С. 276.

¹⁴ См.: Развитие физической химии в СССР. М., 1967. С. 164.

¹⁵ См.: Левич В. Г., Кирьянов В. А., Крылов В. С. Эффекты дискретности заряда и свойства двойного слоя на границе металл — раствор (учет дискретного строения заряда специфически адсорбированных ионных слоев) // Доклады АН СССР. 1960. Т. 135, № 6. С. 1425.

¹⁶ См.: Дамаскин Б. Б., Петрий О. А. Электрохимия. М., 1987. С. 247.

¹⁷ См.: Коваленко В., Варгалюк В., Стець Н. Роль професора Ю. М. Лошкарьова в розвитку електрохімічних досліджень у Дніпропетровському університеті // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Хімія. 2015. Т. 23, № 1. С. 65.

¹⁸ См.: Морачевский А. Г. Профессор Юрий Константинович Делимарский (к 100-летию со дня рождения) // Журнал прикладной химии. 2004. Т. 77, № 4. С. 700.

В конце 1930-х гг. химический факультет госуниверситета лихорадило: в организационном хаосе под большим влиянием случайностей закладывался потенциал будущих научных направлений. Кафедра электрохимии была упразднена, но в научном плане кафедры физической химии была заявлена проблема «Изучение перенапряжения водорода на амальгамных электродах», которую под руководством О. А. Есина прорабатывал старший лаборант Н. Ф. Ладыгин.¹⁹ Внимание к электрохимическому направлению в исследованиях университета проявилось в 1941 г., когда главой кафедры физической химии стал видный электрохимик С. В. Карпачев.

Итак, к 1940-м гг. имя О. А. Есина стояло в ряду крупнейших мировых электрохимиков, изучавших проблему двойного слоя, наряду с американцем Д. Грэмом, советскими учеными А. Н. Фрумкиным и Б. В. Эршлером. Ученики Есина быстро добивались научных успехов. Тем более интересным выглядит ход, принятый ученым летом 1943 г.

В сентябре 1943 г. газета Уральского индустриального института «За индустриальные кадры» проинформировала читателей о больших изменениях на факультете черной металлургии — открытии трех новых лабораторий (теории металлургических процессов, термообработки, электрометаллургии) и пополнении коллектива преподавателей рядом «видных научных работников», в том числе О. А. Есиным,²⁰ который возглавил кафедру теории металлургических процессов. Эта кафедра была в начале 1920-х гг. основана авторитетным специалистом по проблемам доменных печей И. А. Соколовым; позднее, в начале 1930-х гг., когда единый УПИ был разделен на несколько вузов, кафедр данного профиля стало несколько. В Институте черных металлов такой кафедрой руководил ученик И. А. Соколова В. В. Михайлов, а в Институте цветных металлов — специалист по металлургии платины Н. Н. Барабошкин. После воссоединения этих институтов в рамках Уральского индустриального института в 1934 г. единой кафедрой стал заведовать Барабошкин, а после его смерти в 1935 г. кафедру возглавил П. И. Дерягин. В 1941 г. он отправился на фронт, и работа кафедры замерла до 1943 г., когда ее возглавил Есин. Однако он не стал проводить на кафедре

¹⁹ См.: ГАСО. Ф. Р-2110. Оп. 2. Ед. хр. 77. Л. 31.

²⁰ Факультеты накануне учебного года // За индустриальные кадры. 1943. 30 сент.

исследования по проблемам двойного электрического слоя, а выдвинул новую программу исследований.

Эта программа — изучение физикохимии металлургических расплавов, взаимодействия шлака с металлом — опиралась на те научные результаты, которые Есин с учениками получили при изучении двойного электрического слоя в конце 1930-х гг.: важнейшим тезисом, который отстаивал Есин, был тезис об электролитической природе шлака. То был дальновидный ход: к примеру, в 1950-е гг. Канадский Национальный совет по исследованиям создал специализированную высокотемпературную лабораторию по проблемам шлаков, во главе которой стал британский специалист Ч. Мейсон.²¹ В то же время это был рискованный ход. Если сфера электрохимических исследований в СССР была довольно узкой, ограничиваясь двумя главными центрами — Москвой и Свердловском, то в поле теоретической металлургии ключевыми центрами являлись Москва, Ленинград, Днепропетровск, Свердловск, Челябинск, Магнитогорск и Новокузнецк.

В 1948 г. сам Олег Алексеевич объяснял суть развития пирометаллургии следующим образом: с начала XX в. ученым удалось добиться выдающихся результатов в анализе термодинамики металлургического процесса и к 1930-м гг. достичь предела объяснительных способностей на этом пути. Теперь же на первый план вышло изучение механизма и кинетики процесса, ставшее возможным благодаря усовершенствованию методик эксперимента, и необходимое для интенсификации производства.²² Это требует применения методов физики, ведь «на чисто химические превращения накладываются различные физические процессы, прежде всего явления переноса (диффузия, теплообмен)».²³ Уральские исследователи, согласно Есину, играли важную роль на обоих этапах: если на первом этапе крупным был вклад И. А. Соколова и В. Е. Грум-Гржимайло, то на втором этапе — химика Г. И. Чуфарова и физика В. И. Архарова. Себя Есин скромно называл в конце, рядом с москвичами М. И. Темкиным и А. М. Самаринным, в числе ученых, разрабатывающих «новую точку зрения на природу жидких шлаков

и на процессы взаимодействия их с расплавленным металлом».

Вплоть до 1950 г. достаточных эмпирических данных для подкрепления теории у коллектива Есина не имелось и его разработки подвергались критике, усиливавшейся высокомерием столичных специалистов, скептически относившихся к новым идеям как к «чему-то типично уральскому».²⁴ Один из первых учеников Есина по новой теме С. И. Попель вспоминал: «Ни у Олега Алексеевича, ни у первых сотрудников кафедры не было опыта работы с расплавами: они не имели представления, в каких агрегатах в лаборатории можно получить высокие температуры, какими должны быть измерительные элементы и материалы, контактирующие с расплавами и т. п. Поэтому целые годы ушли на приобретение необходимых навыков. Первые научные результаты стали получаться лишь к 1950 г. Параллельно аналогичные исследования были начаты и в Институте металлургии Уральского филиала (позднее — отделения) Академии наук, где Олег Алексеевич работал по совместительству. Там первые исследователи в его группе (инженер Л. К. Гаврилов, а спустя пару лет и аспиранты Н. А. Ватолин и Б. М. Лепинских) испытывали те же трудности».²⁵ Как и раньше, основой стратегии ученого стало наставничество: «Коллектив кафедры, возглавляемой Есиным, в расхожих разговорах назывался то “есенятами”, то “есиним гнездом” — кому что нравилось».²⁶ Важную роль в закреплении Есина на новых научных позициях играл его ученик П. В. Гельд, фронтовик, показавший себя великолепным исследователем.

Уже в 1946 г. свет увидела «небольшая по объему, но очень содержательная»²⁷ брошюра О. А. Есина «Электролитическая природа жидких шлаков и электрохимическая теория процессов производства стали», в 1950 г. — первый том фундаментального труда Есина и Гельда «Физическая химия пирометаллургических процессов» (второй том увидит свет в 1954 г.). Дискуссия развертывалась по двум направлениям — электролитическая концепция природы шлака и теория восстановления оксидов металла.

²⁴ Котельникова Е. На счастливых параллелях создавались теория и школа профессора Есина // За индустриальные кадры. 1982. 6 дек.

²⁵ Попель С. И. Олег Алексеевич Есин // Расплавы. 2004. № 5. С. 4.

²⁶ Оло Ю. Ученый // За индустриальные кадры. 1982. № 45. 6 дек.

²⁷ Морачевский А. Г. Профессор Олег Алексеевич Есин (к 100-летию со дня рождения) // Журнал прикладной химии. 2004. Т. 77, № 9. С. 1576.

²¹ См.: Weidenhammer E. The Development of Metallurgy in Canada since 1900. Ottawa, 2018. P. 57.

²² См.: Есин О. А. От искусства к науке // За индустриальные кадры. 1948. № 30 (792). 29 мая.

²³ Гольдштейн Н. Л. Краткий курс теории металлургических процессов. Свердловск, 1961. С. 60.

Сторонниками молекулярной теории строения жидких шлаков были крупнейшие металлурги Г. Шенк (Германия)²⁸ и Д. Чипмэн (США).²⁹ В СССР она была представлена в трудах А. А. Байкова — авторитетнейшего металлурга довоенной поры, который в 1926 г. «предложил так называемую диссоциативную схему, согласно которой процесс восстановления состоит из двух стадий — диссоциации оксида с образованием газообразного кислорода и окисления этим кислородом твердого углерода».³⁰ На новом этапе, согласно Есину и Гельду, взгляды Байкова и его влиятельной школы оказались устаревшими.³¹

Разработка ионной теории началась в 1930-х гг. Западные очерки по истории теоретических представлений о структуре шлака обычно начинаются с работы П. Герасименко 1938 г., который «первым предложил ионное понимание равновесия шлак-металл, хотя его предположения о случайном смещении анионов и катионов было фундаментально неверным».³² Есин предлагал альтернативную генеалогию электролитической теории шлаков: «Электролитическая теория шлаков была выведена Ванюковым в 1916 г., а Тамманом — в 1931 г.»³³ Интересно, что он критиковал молекулярную теорию строения шлака как «идеалистическую»: «В недавно опубликованной в американском журнале (“Джорнэл оф метэлс”, февраль 1949 г.) статье Чипмана и Чанга авторы, обсуждая возможную форму существования трехвалентного железа в расплавленном шлаке, заявляют, что выбор ее является лишь вопросом удобства и простоты расчетов. Таким образом, вместо выяснения действительной

структуры веществ, преподносится махистский принцип “экономии мышления”».³⁴ Конечно, Есина, владевшего несколькими иностранными языками, вряд ли можно заподозрить в склонности к изоляционизму. Следует предполагать, что подобный интеллектуальный инструментарий становился для провинциальной научной школы подспорьем в полемике, в которой ее позиции по отношению к устоявшимся авторитетам были заведомо слабы.

Есину пришлось искать союзников — авторитетов в смежных областях знания, чьи исследования подкрепляли бы его собственные выводы о природе шлаков. Такими союзниками стали специалист по электрометаллургии А. М. Самарин из Московского института стали, с 1946 г. — член-корреспондент АН СССР; физикохимик М. И. Темкин из Физико-химического института им. Л. Я. Карпова³⁵ (вопросы металлургии он разрабатывал, в послевоенные годы читая лекции в Московском институте стали);³⁶ а также выпускник Уральского индустриального института В. А. Кожеуров, в 1939–1957 гг. возглавлявший профильную кафедру в Сибирском горно-металлургическом институте.³⁷

Опираясь на труды этих ученых, Есин и Гельд декларировали, что «многочисленный экспериментальный материал подтверждает практически полное отсутствие молекул в жидких металлургических шлаках»,³⁸ и дополняли имеющиеся соображения концепцией микро-неоднородности расплавленных шлаков.³⁹ Кроме того, коллективу Есина удалось разработать прикладную технологию удаления из шлака серы.⁴⁰ К концу 1980-х гг. авторитет Есина в теории шлаков уже не подвергался сомнениям — так, одно из учебных пособий подчеркивало: «Впервые мысль об ионном строении шлаков высказал еще В. А. Ванюков в 1912 г. Позднее эту теорию развили Г. Тамман и П. Герасименко,

²⁸ См.: Працкова С. Е. Моделирование термодинамических свойств расплавов системы Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} // O^{2-} , F^- : дис. ... канд. хим. наук. Челябинск, 2014. С. 10–12.

²⁹ См.: Saxon W. John Chipman, 86; Expert on Metals // The New York Times. 1983. May 17.

³⁰ Рошин В. Е., Рошин А. В. Общая электронная теория восстановления (окисления) металлов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2020. Т. 63, № 3–4. С. 272.

³¹ В 1982 г. П. В. Гельд вспоминал: «Наша с Олегом Алексеевичем книга была посвящена академику А. А. Байкову, главе ленинградской школы, который придерживался отличной от нашей точки зрения на природу металлургических систем, их взаимодействие. Но, оспаривая данный взгляд, мы в своей работе использовали богатый опыт ученых этой школы. В науке нет незываемых теорий — разработки Есина и его учеников еще раз подтвердили эту истину» (Мишустина Л. Трудиться, трудиться, трудиться // За индустриальные кадры. 1982. 6 дек.).

³² Creehan R. The Role of Slag Chemistry in Dephosphorization: an Equilibrium and Kinetic Study: Thesis ... Doctor of Philosophy. London, 1983. P. 55.

³³ Владимирова М. За улучшение учебной и научной работы // За индустриальные кадры. 1949. 18 февр.

³⁴ Есин О. А. Овладаваю марксистско-ленинской теорией // За индустриальные кадры. 1950. 21 янв.

³⁵ См.: Товбин Ю. К. Развитие идей М. И. Темкина в физической химии // Кинетика и катализ. 2019. Т. 60, № 4. С. 431.

³⁶ См.: Мурзин Д. Ю. О научном наследии Михаила Исааковича Темкина // Кинетика и катализ. 2019. Т. 60, № 4. С. 426.

³⁷ См.: Кожеуров В. А. Термодинамика металлургических шлаков. Статистическая термодинамика ионных растворов и применение ее к металлургическим шлакам. Свердловск, 1955. С. 92.

³⁸ Есин О. А., Гельд П. В. Физическая химия пирометаллургических процессов. Свердловск; М., 1950. Т. 1. С. 301.

³⁹ См.: Там же. С. 312.

⁴⁰ См.: Пастухов Э. А., Истомин С. А. Лаборатория физической химии металлургических расплавов // Люди, наука, достижения. Институт металлургии: к 60-летию Института металлургии Уральского отделения Российской академии наук. Екатеринбург, 2015. С. 154.

В. А. Кожеуров, А. М. Самарин и др. Однако наибольший вклад в теорию электрохимии металлургических шлаков внесла школа О. А. Есина». ⁴¹ Ионная теория сегодня является доминирующей, ⁴² хотя она и не способна исчерпывающе объяснить феномен строения шлака. ⁴³

Другой дискуссией, инициированной свердловскими учеными, стала дискуссия о характере восстановления оксидов металла: Ю. В. Цветков характеризует ее как «научную перепалку», разделившую ученых-металлургов «на сторонников и противников» адсорбционно-каталитической теории. ⁴⁴ Сами Есин и Гельд описывали различие между «двухстадийной» и «адсорбционно-автокаталитической» теориями так: «Упрощенно говоря, различие этих точек зрения сводится к тому, что первая из них допускает соединение восстановителя с кислородом в газовой фазе, а вторая в адсорбционном слое». ⁴⁵

В 1943 г. ленинградский металлург А. П. Любан опубликовал статью «Диссоциация окислов в процессе их восстановления». ⁴⁶ Написанная в ответ статья Есина и Гельда «О диссоциации окислов в процессе их восстановления» (1946) ⁴⁷ положила начало дискуссии. Начинаясь она воинственной декларацией о «расхождении нашей кафедры с существующими взглядами на механизм восстановления окислов». Сторонниками «существующих взглядов» были названы А. П. Любан, А. Д. Крамаров, В. С. Крым, А. П. Филиппов и А. Т. Тумарев. Все эти авторы были выпускниками ленинградских вузов. А. С. Тумарев был учеником А. А. Байкова, до 1938 г. работавшего в Ленинградском политехническом институте, А. П. Любан — учеником другого крупного металлурга М. А. Павлова, профессором кафедры металлургии чугуна

Ленинградского политехнического института. ⁴⁸ Интересно, что в тексте было названо пять фамилий со ссылками на работы упоминаемых авторов, в справочном же аппарате статьи фигурировали статьи шести авторов — пяти названных выше, а также ведущего советского металлурга, академика А. А. Байкова.

Эти ученые, согласно Есину и Гельду, выражали «взгляды некоторой части металлургов, ищущих излишне тесной связи между процессами собственно диссоциации окислов и восстановления их», пытающихся доказать существование такой связи с помощью «термодинамической обработки опытных данных». По мнению же уральских ученых, термодинамический анализ, не сопровождающийся «молекулярно-кинетическим исследованием явления», недостаточен для выводов. ⁴⁹ Далее следовал детальный разбор несостоятельности этой двухстадийной теории восстановления окислов с заключением: предлагаемая ленинградцами трактовка химических процессов «не находится в соответствии с действительностью». При этом Есин и Гельд противопоставляли двухстадийной теории восстановления окислов «адсорбционно-автокаталитический механизм», выявленный свердловским химиком Г. И. Чуфаровым. ⁵⁰

Уже в 1947 г. Любан и Тумарев опубликовали свои ответы на критику в журнале «Сталь». Ленинградцы верно разглядели основное направление атаки, которое Есин и Гельд постарались замаскировать. Любан и Тумарев отмечали, что та точка зрения, которую Есин и Гельд характеризовали как систему взглядов части металлургов, на деле является единственной в СССР системой взглядов на процесс восстановления окислов, основанной на идеях классика — А. А. Байкова: «Теория диссоциации окислов в процессе восстановления и соединения кислорода с восстановителем является основой современных взглядов на процессы восстановления и окисления, а не точкой зрения некоторых авторов». ⁵¹ Ссылки на работы Чуфарова ленинградские металлурги не сочли весомыми, упрекнув свердловчан в отсутствии у них собственных эксперименталь-

⁴¹ Сварочные материалы для дуговой сварки. М., 1989 Т. 1. С. 133.

⁴² См.: Zaitsev A. I., Shakhpazov E. Kh. Development of a Modern Theory for Metallurgical Slag // Metallurgist. 2009. Т. 53. № 5–6. Р. 256.

⁴³ См.: Дюльдина Э. В., Кочержинская Ю. В. Физикохимия доменных шлаков // Известия Челябинского научного центра. 2003. № 4. С. 103; Зайцев А. И., Шахпазов Е. Х. Развитие современной теории металлургических шлаков // Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 2. С. 153–156.

⁴⁴ См.: Цветков Ю. В. О влиянии адсорбционно-каталитической теории Г. И. Чуфарова на развитие теоретической металлургии // Оксиды. Физико-химические свойства. Екатеринбург, 2000. С. 9.

⁴⁵ Есин О. А., Гельд П. В. Физическая химия пирометаллургических процессов. Свердловск; М., 1950. Т. 1. С. 483.

⁴⁶ Любан А. П. Диссоциация окислов в процессе их восстановления // Известия АН СССР. 1943. № 9–10. С. 21–31.

⁴⁷ Она увидела свет в журналах «Известия Академии наук» и «Сталь».

⁴⁸ См.: Справочник для поступающих в Ленинградский политехнический институт в 1948 г. Ленинград, 1948. С. 62.

⁴⁹ Гельд П., Есин О. О диссоциации окислов в процессе их восстановления // Известия Академии наук СССР. 1946. № 6. С. 899, 900.

⁵⁰ Там же. С. 911.

⁵¹ Отклики на статью О. А. Есина и П. В. Гельда «О диссоциации окислов в процессе их восстановления» // Сталь. 1947. № 2. С. 164.

ных аргументов. Открещивались ленинградцы и от понятия «двухстадийная теория», считая его искусственной конструкцией свердловских ученых, заведомо неточно отражающей реальные взгляды школы Байкова. Сами они называли эти взгляды теорией диссоциации: «Теория диссоциации при процессе восстановления оказалась весьма плодотворной и позволила все реакции окисления и восстановления элементов подчинить одному общему принципу. Философская сущность этой теории заключается в том, что восстановление окислов рассматривается как развитие внутренних их свойств и выражает стремление системы к образованию фаз, наиболее устойчивых в тех или иных конкретных условиях».⁵² А. С. Тумарев, выступавший более жестко, делал суровый вывод: «Нет ничего удивительного в том, что расчеты Гельда и Есина, произведенные применительно к схеме, лишенной реального содержания, не совпадают с экспериментальными данными... Попытки представить кинетику процесса восстановления, не учитывая характера элементарных актов перехода кислорода от окисла к восстановителю, заранее обречены на неудачу».⁵³

Химик Г. И. Чуфаров — создатель того арсенала экспериментальных работ, при помощи которого Есин и Гельд доказывали правильность адсорбционно-каталитической теории восстановления окислов металлов, — был ровесником и одноклассником Есина. В 1930-х гг. они вместе работали в Уральском физико-химическом институте, однако после включения этого института в состав Уральского физико-технического института (и позднее — в Уральский филиал АН СССР) Чуфаров остался в академических структурах, а Есин больше работал в вузах. С середины 1930-х гг. Чуфаров разрабатывал адсорбционно-каталитическую теорию восстановления оксидов. Вышедшая в 1953 г. работа «Адсорбционно-каталитическая теория восстановления окислов металлов», выполненная Чуфаровым вместе с Е. Н. Татиевской, в целом воспроизводила аргументацию Есина и Гельда: «Всесторонними исследованиями влияния различных факторов при изучении кинетики восстановления и диссоциации окислов металлов в нашей лаборатории и на кафедре теории металлургических процессов Уральского политехнического института удалось доказать

несостоятельность “двухстадийной” гипотезы и подтвердить адсорбционно-каталитический механизм восстановления».⁵⁴ Важно отметить: Чуфаров был не только авторитетным исследователем, но и крупным администратором науки в Свердловске 1940-х гг.: в 1939–1946 гг. он руководил Институтом химии и металлургии Уральского филиала АН СССР, а в 1946–1956 гг. — Уральским госуниверситетом, при этом оставаясь заведующим лабораторией академического института. В 1953 г. Чуфаров стал членом-корреспондентом АН СССР. Альянс Есина с Чуфаровым стал важным фактором развития научного комплекса Свердловска: в 1948 г. Есин возглавил в составе Института химии научную группу, ставшую позднее лабораторией физической химии металлургических расплавов Института химии и металлургии УФАИ; с 1962 г. ее возглавлял ученик Есина Б. М. Лепинских.⁵⁵ Есин, Чуфаров и их ученики внесли определяющий вклад в выделение самостоятельного Института металлургии УФАИ в 1955 г.

Итак, вход Есина и его учеников на новое поле был встречен сопротивлением. Противником выступала ленинградская металлургическая школа, союзниками — свердловчане во главе с Г. И. Чуфаровым и москвичи из Научно-исследовательского физико-химического института и Института стали АН СССР. Борьба увенчалась победой, труды Есина получили широкое признание. В хронологическом отношении продвижение Есина и его школы к командным высотам в области теоретической металлургии заняло около 12 лет. В середине 1950-х гг. изыскания Есина высоко оценивали руководитель УПИ Н. С. Сиунов,⁵⁶ крупнейший советский металлург И. П. Бардин.⁵⁷ Более того, вышедшая в 1955 г. монография А. П. Любана признавала адсорбционно-каталитическую теорию, в то же время осторожно корректируя ту самую концепцию А. А. Байкова, которая еще в 1947 г. провозглашалась единственной в СССР: «Теория, разработанная А. А. Байковым, выявляет только самую общую природу окислов и устанавливает общность явлений термической диссоциации и восстановления окислов, но она далеко не с достаточной полнотой

⁵² Там же. С. 165.

⁵³ Там же. С. 166.

⁵⁴ Чуфаров Г. И., Татиевская Е. П. Адсорбционно-каталитическая теория восстановления окислов металлов // Проблемы металлургии. М., 1953. С. 17.

⁵⁵ См.: Пономарев В. И., Поспелова О. В. Указ. соч. С. 17.

⁵⁶ См.: Сиунов Н. С. О научной работе в высшей школе // Правда. 1955. № 297. 24 окт.

⁵⁷ См.: Рубежи созидания. К 70-летию академической науки на Урале. 1932–2002 гг.: документы и материалы. Екатеринбург, 2002. С. 171, 172.

раскрывает механизм реакции восстановления и диссоциации окислов, их элементарную кинетику, а следовательно, и особенности этих процессов».⁵⁸ Да и представители нового поколения ленинградской школы К. К. Шкодин и В. Г. Манчинский в 1970 г. признавали трехфазную адсорбционно-каталитическую теорию восстановления, хотя и сетовали на противоречивость экспериментальных результатов, полученных Есиным и Гельдом.⁵⁹ В 1982 г. П. В. Гельд вспоминал о дискуссии так: «Выводы, к которым мы пришли, вызвали в конце сороковых годов широкую дискуссию, ведь шло решение вопросов, жизненно важных для народного хозяйства страны. До выхода монографии существовало глобальное макроскопическое описание металлургических процессов, в основе своей — механистическое, объясняющее процессы на уровне молекул. Металлурги, к сожалению, тогда недостаточно активно использовали достижения физхимии, а работы Олега Алексеевича Есина проводились в основном на микроскопическом уровне. Раскрылась живая картина процесса, позволившая установить новые закономерности, в существенной степени повлиявшая на качество выпускаемого металла».⁶⁰ Концепция Есина и его учеников получила всеобщее признание.

В 1954 г. Есин защитил докторскую диссертацию, в 1956 г. монография Есина и Гельда получила премию имени академика А. Н. Баха. В 1958 г. Есин был награжден орденом Ленина; к этому времени его научная тематика вошла в план проблемной лаборатории черной и цветной металлургии УПИ, что позволило брать на работу инженеров-исследователей.⁶¹ Возникла «настоящая исследовательская шко-

ла, в каждой исследовательской группе которой работали 1–2 инженера, аспиранты, студенты (по 2–3 человека с третьего по пятый курс). Во главе группы стоял опытный доцент или профессор. Работал постоянно действующий семинар».⁶²

Издание по истории УПИ 1962 г. характеризовало научный вклад Есина в восторженных тонах: «Профессор О. А. Есин и профессор П. В. Гельд много работали над вопросами механизма и хода реакций. Они широко популяризировали адсорбционно-каталитическую теорию восстановления, выдвинутую и разработанную воспитанником института членом-корреспондентом Академии наук СССР профессором Г. И. Чуфаровым, и доказали несостоятельность теории так называемого двухстадийного восстановления, сторонники которой пытались на основе термодинамики судить о вопросах кинетики процессов. Будучи крупным электрохимиком, О. А. Есин успешно применил законы электрохимии к металлургии. Им создано научное направление кафедры — электрохимическая теория взаимодействия металла со шлаком, получившая в настоящее время всеобщее признание».⁶³ В том же 1962 г. на Ленинскую премию была номинирована работа «Термодинамика, кинетика и механизм процессов в черной металлургии», представленная Институтом металлургии АН СССР им. А. А. Байкова; коллектив включал москвичей А. М. Самарина и В. И. Явойского, свердловчан Г. И. Чуфарова, П. В. Гельда, О. А. Есина, днепропетровца С. Т. Ростовцева.⁶⁴ Но даже столь представительная коалиция не смогла получить эту награду.⁶⁵

С 1960-х гг. ученые, вышедшие из «есинового гнезда», начинают возглавлять кафедры металлургического факультета УПИ и лаборатории Института металлургии Уральского научного центра АН СССР.⁶⁶ Сам Есин заведовал кафедрой до 1969 г., а выйдя на пенсию, трудился консультантом в Институте металлургии Уральского научного центра АН СССР, который с 1967 г. возглавлял его ученик Н. А. Ватолин. В 1981 г. Государственная премия за работу

⁵⁸ Любан А. П. Анализ явлений доменного процесса. М., 1955. С. 103.

⁵⁹ См.: Шкодин К. К., Манчинский В. Г. Роль отдельных звеньев в кинетике восстановительных процессов // Механизм и кинетика восстановления металлов. М., 1970. С. 89.

⁶⁰ Мишустина Л. Трудиться, трудиться, трудиться // За индустриальные кадры. 1982. 6 дек.

⁶¹ И все же коллектив Есина, завоевав значимые позиции в среде теоретиков, не привлекал крупного объема хозяйственных средств по прикладным работам. Научный отчет 1960 г. показывает по кафедре Есина всего 30 000 руб. госбюджетных средств, направленных на изучение различных физико-химических свойств расплавов. В структуре металлургического факультета, лидировавшего по объему вкладываемых в науку средств, вклад коллектива Есина в финансовом смысле был невелик. При этом П. В. Гельд, к тому времени уже возглавивший кафедру физики и начавший переключаться на новую тематику, не испытывал недостатка в хозяйственных средствах: его коллектив привлек в том же 1960 г. 200 000 руб. финансирования на разработку полупроводников (ГАСО. Ф. Р-227. Оп. 4. Ед. хр. 592. Доклады зам. директора ин-та по научной работе. Л. 1–2).

⁶² Попель С. И. Указ. соч. С. 4.

⁶³ Маханек Н. Г. Металлургические факультеты // Уральский политехнический институт за 40 лет. Свердловск, 1962. С. 29.

⁶⁴ См.: От комитета по Ленинским премиям в области науки и техники при Совете Министров СССР // Известия. 1961. 18 дек.

⁶⁵ В 1968 г. Государственной премии будет удостоен один В. И. Явойский за труд «Теория процессов производства стали». Г. И. Чуфаров, награжденный двумя орденами Ленина и орденом Трудового Красного Знамени, так и не станет лауреатом премии.

⁶⁶ См.: Научные школы Уральского федерального университета: энциклопедия. Екатеринбург, 2020. С. 44.

«Исследование строения, свойств и взаимодействия металлургических расплавов» была присуждена коллективу во главе с О. А. Есиным, состоявшему в основном из его учеников (П. В. Гельд, Л. Н. Бармин, С. И. Попель, В. В. Хлынов, Ю. П. Никитин, Г. А. Топорищев, А. И. Сотников, Н. А. Ватолин, Б. М. Лепинских, Э. А. Пастухов, а также москвич В. И. Явойский, ставший лауреатом уже во второй раз). Увы, Есин получил премию посмертно: к моменту награждения его уже почти два года не было в живых.

Исследовательская стратегия Есина включила в себя двойной старт — резкую смену исследовательских приоритетов на фоне успешного карьерного роста в весьма перспективном исследовательском поле. Ведь электрохимические исследования в Свердловске продолжали развиваться в послевоенный период, и в структуре Уральского филиала АН СССР даже был образован профильный Институт электрохимии. Что являлось мотивацией такого выбора? Дочь ученого, Н. О. Есина, вспоминала: «Отвечая на мой вопрос, почему он ушел из электрохимии в металлургию, папа сказал, что в науке очень полезно каждые 10–15 лет кардинально менять область исследований. Только так можно делать открытия, так как смотришь на новую область под другим углом зрения, чем люди давно в ней работающие».⁶⁷ Сходная стратегия с успехом применялась и другими видными свердловскими исследователями —

например, И. Я. Постовским, в 1930-х гг. перешедшим от углехимии к фармацевтической химии.

Подобная стратегия предполагала, что научная школа формируется не в рамках организационной вертикали, создаваемой для решения той или иной научной проблемы, признанной актуальной на государственном уровне. Ведь в данном случае Есину потребовалось самому определить перспективное направление и постулировать проблему, добиться признания того, что проблема эта значима, успешно ее решить, а затем привлечь ресурсы, позволившие развернуть подготовку учеников и укрепить экспериментальную базу — и в конечном счете выйти победителем в научной борьбе. Такую стратегию следует характеризовать как формируемую по принципу «снизу вверх». Резкая смена направления влекла за собой коллизии с влиятельными коллективами ученых, занимавшими ведущие позиции в изучении темы и первоначально вовсе не видевшими никакой проблемы там, где Есин собирался развернуть дискуссию. Успех в разрешении подобной коллизии зависел, кроме прочего, от умения заключать научные союзы (или, говоря словами Бурдые, формировать сетевые связи), то есть привлекать наработки других исследовательских коллективов (в данном случае — коллективов Чуфарова, Темкина и других) и находить основания для продуктивной совместной работы.

Konstantin D. Bugrov

Doctor of Historical Sciences, Institute of History and Archaeology, Ural Branch of the RAS (Russia, Ekaterinburg)

E-mail: k.d.bugrov@gmail.com

DOUBLE START: O. A. ESIN'S RESEARCH STRATEGY AND THE DEVELOPMENT OF URAL METALLURGICAL SCIENCE IN THE 1930S–1970S

The article analyzes the research strategy of O. A. Esin (1904–1979), a prominent chemist and metallurgist who made a significant contribution to the development of the scientific and educational complex of the Urals. It examines the main stages of Esin's research career and characterizes his contribution to solving specific scientific problems. The author shows that Esin's career included a turning point — double start — when he switched from electrochemistry to the study of pyrometallurgical processes. The author also examines two major discussions about the structure of slags and the nature of metal oxide reduction processes that Esin and his students initiated in the late 1940s–1950s, and reveals the arguments of these discussions, analyzing the research papers and the polemical components of the fundamental work of O. A. Esin and P. V. Geld entitled “Physical Chemistry of Pyrometallurgical Processes”. An emphasis is placed on the significance of Esin's capacity to make alliances, particularly with the chemist G. I. Chufarov, the author of the adsorption-catalytic theory of metal oxide reduction; the crucial importance of mentoring in Esin's strategy is

⁶⁷ «Мой папа, Олег Алексеевич Есин...»: воспоминания Н. О. Есиной // Известия Уральского государственного университета. 2005. № 34. С. 168.

addressed specifically. It is concluded that the successful re-launching of Esin's career had important consequences for metallurgical science, since the new research center emerged in Urals, laying the foundations for the emergence of an independent Institute of Metallurgy of the Ural Branch of the USSR Academy of Sciences.

Keywords: *metallurgy, Urals, O. A. Esin, scientific school, Institute of Metallurgy of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*

REFERENCES

- Ageyev N. V. [Oleg Alekseevich Esin (On the 70th Anniversary of the Birth)]. *Elektrokhimiya i rasplavy* [Electrochemistry and Melts], Moscow: Nauka Publ., 1974, pp. 3–5. (in Russ.).
- Alfimova E. A. [About Oleg Alekseevich Esin]. *Khimfak UPI — 75: ocherki o zhizni fakul'teta* [UPI Chemistry Department — 75: Essays about Faculty Life]. Ekaterinburg: UGTU Publ., 1995. (in Russ.).
- Antropov L. I. *Teoreticheskaya elektrokhimiya* [Theoretical Electrochemistry]. Moscow: Vysshaya shkola Publ., 1965. (in Russ.).
- Barradas R. G., Hamilton P. G., Conway B. E. Esin and Markov Effect for Adsorbed Organic Ions and Molecules. *The Journal of Physical Chemistry*, 1965, vol. 69, no. 10, pp. 3411–3417. (in English).
- Bourdieu P. *Science of Science and Reflexivity*. Chicago: University of Chicago Press, 2004. (in English).
- Byakov V. M., Ezerskiy M. L., Skundin A. M., Shteinberg G. V. [Boris Vulfovich (Vladimirovich) Ershler]. *Elektrokhimiya* [Electrochemistry], 2009, vol. 45, no. 1, pp. 4–12. (in Russ.).
- Chufarov G. I., Tatiyevskaya E. P. [Adsorption-Catalytic Theory of Metal Oxide Reduction]. *Problemy metallurgii* [Problems of metallurgy]. Moscow: Izd-vo Akademii Nauk SSSR, 1953, pp. 15–32. (in Russ.).
- Creehan R. *The Role of Slag Chemistry in Dephosphorization: an Equilibrium and Kinetic Study*: Abstract of Doctor's Degree Dissertation. London, 1983. (in English).
- Damaskin B. B., Petriy O. A. *Elektrokhimiya* [Electrochemistry]. Moscow: Vysshaya shkola Publ., 1987. (in Russ.).
- Dyul'dina E. V., Kocherzhinskaya Yu. V. [Physicochemistry of Blast Furnace Slags]. *Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo tsentra* [Proceedings of the Chelyabinsk Scientific Center], 2003, iss. 4 (21), pp. 96–104. (in Russ.).
- Esin O. A., Gel'd P. V. *Fizicheskaya khimiya pirometallurgicheskikh protsessov* [Physical Chemistry of Pyrometallurgical Processes]. Moscow; Sverdlovsk: Metallurgizdat. Sverdl. otd-niye Publ., 1950, vol. 1. (in Russ.).
- Filippov M. A. [Oleg Esin's Theory of Metallurgical Processes]. *Oni sozdavali slavu fakul'teta* [They Were Creating the Faculty Glory]. Ekaterinburg: [S. n.], 2010, pp. 157–166. (in Russ.).
- Gel'd P., Esin O. [On Dissociation of Oxides in the Process of Their Reduction]. *Izvestiya Akademii Nauk SSSR. Otdeleniye tekhnicheskikh nauk* [Bulletin of the Academy of Sciences of the USSR. Department of Technical Sciences], 1946, no. 6, pp. 899–912. (in Russ.).
- Gol'dshteyn N. L. *Kratkiy kurs teorii metallurgicheskikh protsessov* [A Short Course of the Metallurgical Processes Theory]. Sverdlovsk: Metallurgizdat. Sverdl. otd-niye Publ., 1961. (in Russ.).
- Grezneva O. Yu. *Nauchnyye shkoly (pedagogicheskiy aspekt)* [Scientific Schools (A Pedagogical Aspect)]. Moscow: [S. n.], 2003. (in Russ.).
- Kovalenko V., Vargalyuk V., Stets' N. [Prof. Yu. M. Loshkarev's Role in the Development of Electrochemical Research at Dnepropetrovsk University]. *Vestnik Dnepropetrovskogo universiteta. Seriya khimiya* [Bulletin of Dnepropetrovsk University. Series Chemistry], 2015, vol. 23, no. 1, pp. 64–70. (in Ukrainian).
- Kozheurov V. A. *Termodinamika metallurgicheskikh shlakov. Statisticheskaya termodinamika ionnykh rastvorov i primeneniye yeye k metallurgicheskim shlakam* [Thermodynamics of Metallurgical Slags. Statistical Thermodynamics of Ionic Solutions and Its Application to Metallurgical Slags]. Sverdlovsk: Metallurgizdat. Sverdl. otd-niye Publ., 1955. (in Russ.).
- Levich V. G., Kir'yanov V. A., Krylov V. S. [Effects of Charge Discreteness and Double Layer Properties at the Metal-Solution Interface (Accounting for the Discrete Nature of Charge Structure in Specifically Adsorbed Ionic Layers)]. *Doklady Akademii Nauk SSSR* [The Proceedings of the USSR Academy of Sciences], 1960, vol. 135, no. 6, pp. 1425–1428. (in Russ.).
- Lyuban A. P. [Dissociation of Oxides during Their Reduction]. *Izvestiya Akademii Nauk SSSR. Otdeleniye tekhnicheskikh nauk* [Bulletin of the Academy of Sciences of the USSR. Department of Technical Sciences], 1943, no. 9–10, pp. 21–31. (in Russ.).
- Lyuban A. P. *Analiz yavleniy domennogo protsessa* [Analysis of Blast Furnace Process]. Moscow: Metallurgizdat Publ., 1955. (in Russ.).
- Makhanek N. G. [Metallurgical Faculties]. *Ural'skiy politekhnicheskii institut za 40 let* [Ural Polytechnic Institute for 40 Years]. Sverdlovsk: Izdatel'stvo UPI Publ., 1962, pp. 25–37. (in Russ.).

- Mikheev M. V. [The Urals and Ukraine in the System of Interregional Contradictions of the 1920s – 1930s (Part 1)]. *Istoriko-geograficheskiy zhurnal* [Historical Geography Journal], 2024, vol. 3, no. 1, pp. 46–63. DOI: 10.58529/2782-6511-2024-3-1-46-63 (in Russ.).
- Morachevskiy A. G. [Professor Oleg Alekseevich Esin]. *Zhurnal prikladnoy khimii* [Journal of Applied Chemistry], 2004, vol. 77, no. 9, pp. 1575–1578. (in Russ.).
- Morachevskiy A. G. [Professor Yuri Konstantinovich Delimarsky (on the 100th Anniversary of his Birth)]. *Zhurnal prikladnoy khimii* [Journal of Applied Chemistry], 2004, vol. 77, no. 4, pp. 699–701. (in Russ.).
- Murzin D. Yu. [On Scientific Heritage of Mikhail Isaakovich Temkin]. *Kinetika i kataliz* [Kinetics and Catalysis], vol. 60, no. 4, pp. 418–427. DOI: 10.1134/S0453881119040130 (in Russ.).
- Nauchno-issledovatel'skiye instituty tyazheloy promyshlennosti* [Research Institutes of Heavy Industry]. Moscow; Leningrad: Ob'yedinennoye nauchno-tehnicheskoye izdatel'stvo, Sektor vedomstvennoy i zaochnoy literatury Publ., 1935. (in Russ.).
- Nauchnyye shkoly Ural'skogo federal'nogo universiteta: entsiklopediya* [Academic Schools of the Ural Federal University: Encyclopedia]. Ekaterinburg: Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta Publ., 2020. (in Russ.).
- Pastukhov E. A., Istomin S. A. [Laboratory of Physical Chemistry of Metallurgical Melts]. *Lyudi, nauka, dostizheniya. Institut metallurgii: k 60-letiyu Instituta metallurgii Ural'skogo otdeleniya Rossiyskoy Akademii Nauk* [People, Science, Achievements: To the 60th Anniversary of the Institute of Metallurgy of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences]. Ekaterinburg: Ural'skiy rabochiy Publ., 2015, pp. 152–162. (in Russ.).
- Ponomarev V. I., Pospelova O. V. [Establishment of the Institute of Metallurgy of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences]. *Lyudi, nauka, dostizheniya. Institut metallurgii: k 60-letiyu Instituta metallurgii Ural'skogo otdeleniya Rossiyskoy Akademii Nauk* [People, Science, Achievements: To the 60th Anniversary of the Institute of Metallurgy of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences]. Ekaterinburg: Ural'skiy rabochiy Publ., 2015, pp. 4–50. (in Russ.).
- Popel' S. I. Oleg Alekseevich Esin [Oleg Alekseevich Esin]. *Rasplavy* [Melts], 2004, no. 5, pp. 3–5. (in Russ.).
- Pratskova S. E. *Modelirovaniye termodinamicheskikh svoystv rasplavov sistemy Na⁺, Ca²⁺, Al³⁺ // O²⁻, F⁻: kand. diss.* [Modeling the Thermodynamic Properties of Melts of the Na⁺, Ca²⁺, Al³⁺ // O²⁻, F⁻ System: Diss. Cand.]. Chelyabinsk, 2014. (in Russ.).
- Razvitiye fizicheskoy khimii v SSSR* [Development of Physical Chemistry in the USSR]. Moscow: Nauka Publ., 1967. (in Russ.).
- [Responses to the Article by O. A. Esin and P. V. Geld “On the Dissociation of Oxides in the Process of Their Reduction”]. *Stal'* [Steel], 1947, no. 2, pp. 163–166. (in Russ.).
- Roshchin V. E., Roshchin A. V. [General Electron Theory of Reduction and Oxidation of Metals]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Chernaya metallurgiya* [Izvestiya. Ferrous Metallurgy], 2020, vol. 63, no. 3–4, pp. 271–285. DOI: 10.17073/0368-0797-2020-3-4-271-285 (in Russ.).
- Saxon W. John Chipman, 86; Expert on Metals. *The New York Times*, May 17th, 1983. (in English).
- Shkodin K. K., Manchinskiy V. G. [The Role of Individual Links in the Kinetics of Reductive Processes]. *Mekhanizm i kinetika vosstanovleniya metallov* [Mechanism and Kinetics of Metal Reduction]. Moscow: Nauka Publ., pp. 81–89. (in Russ.).
- Svarochnyye materialy dlya dugovoy svarki. Zashchitnyye gazy i svarochnyye flyusy* [Welding Consumables for Arc Welding. Shielding Gases and Welding Fluxes]. Moscow: Mashinostroyeniye Publ., 1989, vol. 1. (in Russ.).
- Tovbin Yu. K. [Development of M. I. Temkin's Ideas in Physical Chemistry]. *Kinetika i kataliz* [Kinetics and Catalysis], 2019, vol. 60, no. 4, pp. 428–439. DOI: 10.1134/S0453881119040221 (in Russ.).
- Tsvetkov Yu. V. [About Influence of the Adsorption-Catalytic Theory of G. I. Chufarov on the Development of Theoretical Metallurgy]. *Oksidy. Fiziko-khimicheskiye svoystva* [Oxides. Physicochemical Properties]. Ekaterinburg: UrO RAN Publ., 2000, pp. 9–12. (in Russ.).
- Voyutskiy S. S. *Kurs kolloidnoy khimii* [Colloidal Chemistry Course]. Moscow: Khimiya Publ., 1976. (in Russ.).
- Weidenhammer E. *The Development of Metallurgy in Canada since 1900*. Ottawa: Ingenium, 2018. (in English).
- Zaitsev A. I., Shakhpazov E. Kh. *Development of a Modern Theory for Metallurgical Slag. Metallurgist*, 2009, vol. 53, no. 5–6, pp. 255–260. DOI: 10.1007/s11015-009-9171-y (in English).
- Zaytsev A. I., Shakhpazov E. Kh. [Development of Modern Metallurgical Slag Theory]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Herald of Kazan Technological University], 2010, no. 2, pp. 153–156. (in Russ.).

Для цитирования: Бугров К. Д. Двойной старт: исследовательская стратегия О. А. Есина и развитие уральской металлургической науки в 1930–1970-х гг. // Уральский исторический вестник. 2024. № 4(85). С. 155–165. DOI: 10.30759/1728-9718-2024-4(85)-155-165.

For citation: Bugrov K. D. Double Start: O. A. Esin's Research Strategy and the Development of Ural Metallurgical Science in the 1930s–1970s // Ural Historical Journal, 2024, no. 4(85), pp. 155–165. DOI:10.30759/1728-9718-2024-4(85)-155-165.