



**В. И. Комаров**

**М. Г. Мещеряков —  
основоположник нового  
научного направления**

P1-2026-16

В. И. Комаров <sup>1</sup>

М. Г. МЕЩЕРЯКОВ — ОСНОВОПОЛОЖНИК НОВОГО  
НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Направлено в журнал «Письма в ЭЧАЯ»

---

<sup>1</sup> Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

Комаров В. И.

P1-2026-16

М. Г. Мещеряков — основоположник нового научного направления

М. Г. Мещеряков широко известен как создатель первого дубненского ускорителя — протонного синхроциклотрона — и организатор и руководитель Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ. Менее известен он как физик, открывший новое направление в исследованиях ядерной физики и элементарных частиц — короткодействующие нуклон-нуклонные и нуклон-ядерные взаимодействия. В настоящей статье рассматриваются пионерские эксперименты, поставленные и проведенные М. Г. Мещеряковым, и дальнейшее развитие этого направления, в основном на примере работ, выполненных в ОИЯИ.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем им. В. П. Дзелепова ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2026

Komarov V. I.

P1-2026-16

M. G. Meshcheryakov — Founder of a New Scientific Direction

M. G. Meshcheryakov is widely known as the creator of the first Dubna accelerator, the proton synchrocyclotron, and the organizer and head of the Laboratory of Computing Techniques and Automation at JINR. However, he is less known as a physicist who opened a new direction in the research of nuclear physics and elementary particles — short-range nucleon–nucleon and nucleon–nucleus interactions. This publication discusses the pioneering experiments performed and carried out by M. G. Meshcheryakov, and the further development of this direction, mainly based on the example of work carried out at JINR.

The investigation has been performed at the Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2026

## ВВЕДЕНИЕ

Михаил Григорьевич Мещеряков — выдающийся ученый широкого профиля и мирового уровня. Он хорошо известен в научных кругах как создатель первого ускорителя и Института ядерных проблем в Дубне. Широко известна и его деятельность по организации Лаборатории вычислительной техники и автоматизации (ЛВТА) в ОИЯИ и успешному руководству этой лабораторией. К сожалению, он менее известен в его основном качестве — в качестве физика-исследователя, положившего начало новому научному направлению — исследованию короткодействующих нуклон-нуклонных и нуклон-ядерных взаимодействий. Причина этой парадоксальной ситуации состоит как в личной скромности Михаила Григорьевича, заботившегося в первую очередь об известности своих сотрудников, так и в необоснованном отстранении его от должности директора созданного им института и последовавших затем десяти лет существенного ограничения возможностей его научной деятельности. Заслуги Михаила Григорьевича в науке отмечались во многих публикациях (см., например, достойную характеристику, данную ему ведущими учеными ОИЯИ в связи с его семидесятилетним юбилеем [1]). Тем не менее имя М. Г. Мещерякова требует осознания его именно как выдающегося физика-исследователя. Он был автором многочисленных научных работ, но его главным научным результатом стали работы, положившие основание новому направлению в физике атомного ядра и элементарных частиц. Поэтому содержание настоящей публикации сводится к описанию соответствующих экспериментов М. Г. Мещерякова и их последующего развития. Конечно, вторая задача слишком велика для короткой публикации — она требует изложения в обширной монографии. Поэтому автор ограничивается здесь упоминанием небольшого количества адекватных работ, в основном на примере исследований сотрудников Лаборатории ядерных проблем (ЛЯП) ОИЯИ.

## ПЕРВЫЙ ДИБАРИОННЫЙ РЕЗОНАНС

В 1949 г. под управлением М. Г. Мещерякова в Дубне был запущен протонный синхротрон с рекордной на то время энергией пучка. Почти сразу на ускорителе были начаты физические эксперименты. По инициативе и под руководством Михаила Григорьевича одним из первых стало исследование реакции



Интерес к этой фундаментальной реакции был вызван наблюдением [2] быстрого роста сечения этой реакции с ростом энергии вблизи максимальной энергии 380 МэВ, доступной в то время на синхроциклотроне в Беркли (США). Возникал вопрос о причине такого роста, для чего надо было, в первую очередь, проследить энергетический ход реакции при энергиях выше уже достигнутых. Эта задача была доступна на недавно введенном в эксплуатацию дубненском ускорителе, и М. Г. Мещеряков начал ее решение с измерения полного сечения реакции (1) при энергии 460 МэВ [3]. Это измерение показало дальнейший быстрый рост сечения, что было расценено как указание на возможный резонансный характер реакции. Следующие измерения [4] обнаружили насыщение роста сечения в области 650 МэВ, но еще не позволяли сделать заключение о падении сечения при дальнейшем росте энергии.

Чтобы исследовать реакцию при энергии в с. ц. м., превышающей значение, достижимое на протонном пучке, по предложению Б. С. Неганова была использована реакция под действием пионов, обратная по времени реакции (1). В этом случае энергия в с. ц. м. может быть увеличена использованием собственной кинетической энергии движения протонов в сложном ядре мишени. Измерения сотрудников М. Г. Мещерякова [5] показали, что сечение реакции определенно проходит максимум, обнаруживая тем самым резонансный характер реакции при энергии в с. ц. м. 2160 МэВ и ширине на полувысоте 120 МэВ. Такое поведение реакции было подтверждено затем в многочисленных экспериментах в лабораториях всего мира и стало фундаментальным фактом рождения пионов в протон-ядерных взаимодействиях.

Не удивительно, что результат, полученный в Дубне, сразу же привлек внимание теоретиков, исследовавших ядерные реакции при промежуточных энергиях, носивших тогда название высоких энергий. Он стимулировал разработку резонансной модели рождения пионов в нуклон-нуклонных соударениях при этих энергиях, получившей затем широкую известность, как модель Мандельштама [6]. Эта работа показала, что незадолго до этого открытый первый нуклонный резонанс при резонансном взаимодействии с нуклоном фундаментально определяет динамику пион-ядерных взаимодействий [7]. Сам этот факт ясно показывает важность результата, полученного М. Г. Мещеряковым. Однако он не исчерпывает всю его значимость.

Действительно, несколько лет спустя после работы Мандельштама резонансное поведение реакции (1), открытое М. Г. Мещеряковым, проявило свою сущность и в только что возникшем подходе квантовой хромодинамики (КХД). В этом подходе Фриман Дайсон и Нгуен Хью Ксонг [8] предположили, что все низколежащие резонансные состояния двухбарионных систем принадлежат одному уникальному  $SU(4)$ -мультиплету. При этом состояния с гиперзарядом два и нулевой странностью образуют  $SU(3)$ -мультиплет  $D_{TJ}$  с изоспином  $T$  и угловым моментом  $J$ . Энергии этих состояний являются функцией  $T$  и  $J$  и заранее неизвестных констант  $A, B$ :  $M = M(T, J, A, B)$ . В качестве низшего состояния мог быть принят дейтрон, а состоянием  $D_{12}$  был принят  $S$ -волновой  $N-N^*$ -резонанс, откры-

тый в экспериментах М. Г. Мещерякова на дубненском синхроциклотроне. Эти предположения определили константы в функции  $M(T, J, A, B)$ , что позволяло предсказать массовый спектр  $D_{T,J}$ -состояний.

В частности, предсказывалось состояние  $D_{30}$  с массой 2350 МэВ. Это предсказание являлось стимулом интенсивных поисков  $D_{30}$  [9], предпринятых много позже в экспериментах на протонном синхротроне COSY в Юлихе (ФРГ). Эти поиски успешно завершились открытием резонанса  $D_{30}$  [10]. Этот же резонанс был обнаружен и в работах дубненской группы [11], где было показано, что дибарионные резонансы могут рождаться не только в  $S$ -канальных нуклон-нуклонных соударениях, но и при  $t$ -канальных возбуждениях дейтрона. Было открыто также состояние  ${}^3P_0s$ .

Все эти результаты хорошо подтвердили рассмотрение дибарионных резонансов в КХД-концепции, предпринятое в пионерской работе Дайсона и Ксонга (модель ДК). Однако дальнейшие исследования показали, что модель ДК не исчерпывает богатого содержания феномена дибарионных резонансов. Так, например, опыты обнаружили и дибарионные резонансы, выходящие за рамки этой модели: в экспериментах [12] дубненской группы на юлихском синхротроне был открыт резонанс с энергией 2,65 ГэВ, не предсказываемый моделью ДК. Другая особенность этого резонанса заключается в том, что в отличие от остальных известных дибарионных резонансов, состоящих из нуклона в основном состоянии и одного возбужденного бариона, упомянутый резонанс состоит из двух возбужденных барионов. Таким образом, физическая природа дибарионных резонансов остается предметом актуальных исследований, включающих как мезон-барионный, так и КХД-подход. Имея это в виду, следует помнить, что основу этим исследованиям положило именно открытие М. Г. Мещеряковым первого дибарионного резонанса.

## **КОРОТКОДЕЙСТВУЮЩИЕ НУКЛОН-ЯДЕРНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

Помимо главной задачи исследования протон-протонных взаимодействий Михаил Григорьевич поставил задачу исследования структуры ядер быстрыми протонами. Начинать следовало с изучения структуры простейшего ядра — дейтрона. Именно изучение протон-дейтронного взаимодействия было поставлено целью работы аспиранта Г. А. Лексина, взятого М. Г. Мещеряковым для экспериментов на синхроциклотроне. Конкретная задача состояла в измерении дифференциальных сечений упругого протон-дейтронного рассеяния и квазиупругого рассеяния протонов с энергией 660 МэВ протоном и нейтроном в дейтроне. Эксперимент проводился методом сопряженных телескопов сцинтилляционных счетчиков. Аспирант успешно провел измерения сечений протон-протонного и протон-нейтронного рассеяния в передней полусфере углов в с.ц.м. При измерении упругого  $pd$ -рассеяния он продвинулся и в область больших углов, соответствующих рассеянию в задней полусфере углов в с.ц.м., вплоть до угла  $150^\circ$ . При рассеянии на одиночных нуклонах дейтрона такое

рассеяние требовало присутствия в волновой функции дейтрона компонент импульса выше известных в то время величин. Поэтому  $pd$ -рассеяние на углы в задней полусфере должно было отсутствовать. Однако эксперимент показал, что сечение рассеяния достигало минимума в районе  $100\text{--}110^\circ$  и увеличивалось при нарастающих углах. Этот результат был истолкован аспирантом как прямое указание на рассеяние налетающего протона одновременно двумя нуклонами, т. е. дейтроном как целым. Это был совершенно новый, ранее неизвестный эффект. Михаил Григорьевич проявил исключительную настойчивость в проверке корректности измерений аспиранта. Детальное критическое рассмотрение на семинаре в секторе Мещерякова не обнаружило повода для сомнений в достоверности эксперимента. Однако необычайная добросовестность ученого потребовала проверки результата по кардинально отличной методике. Михаил Григорьевич организовал такую проверку путем измерения упругого протон-дейтронного рассеяния на магнитном спектрометре сотрудниками сектора без участия Г. А. Лексина. Эти измерения подтвердили ранее полученный результат — упругое  $pd$ -рассеяние наблюдалось при углах выше  $90^\circ$  с сечением, сопоставимым с результатами Лексина. Михаил Григорьевич констатировал это совпадение и рекомендовал работу Лексина к публикации [13], при этом не включил себя в число ее соавторов. Измерения, проведенные по методике магнитного спектрометра, были приведены позже в отдельной публикации [14]. Примечательно, что квазисвободное выбивание дейтронов из ядер Михаил Григорьевич продолжил изучать и значительно позднее, будучи директором ЛВТА, когда он курировал соответствующие эксперименты, проводимые уже при ГэВ-ных энергиях его группой под руководством Л. С. Ажгирея на синхрофазотроне в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Следует подчеркнуть, что эта работа была первым экспериментальным свидетельством взаимодействия налетающей частицы с более чем одним нуклоном ядра при передаче импульса выше фермиевской границы. Много позже взаимодействия такого типа получили название кумулятивных даже в том случае неупругого соударения, когда группа нуклонов, испытавшая соударение, не вылетает в конечном состоянии как легкое ядро. Что касается упругих соударений с рассеянием назад, то следующими после  $pd$ -рассеяния стали эксперименты по  $p^3\text{He}$ - и  $p^4\text{He}$ -рассеянию, проведенные на синхроциклотроне при энергии протонов 660 МэВ в 1968 г. [15]. В публикации 1970 г. [16] были сведены данные об упругом рассеянии назад протонов легкими ядрами при промежуточных энергиях вплоть до 1 ГэВ. Однако экспериментальное проявление феномена не получило должного теоретического сопровождения. Ситуация в этом отношении мало изменилась и позже, так что теоретическое описание рассеяния протонов назад легкими ядрами остается актуальной проблемой и в 20-х гг. XXI в. Очевидная причина состоит в том, что описание в рамках мезон-барионной концепции оказывается на границе применимости, и явление определенно требует КХД-подхода, в котором еще не разработаны нужные в этих условиях конкретные модели расчета. Эта ситуация характерна и для по-

следовательной и полной теоретической интерпретации всех кумулятивных процессов в целом.

Суммируя сказанное, следует помнить, что само явление кумулятивности впервые проявилось в экспериментах, проведенных под руководством М. Г. Мещерякова.

Исследование неупругих протон-ядерных соударений на магнитном спектрометре привело сотрудников Мещерякова к неожиданному наблюдению явления квазиупругого выбивания протонами дейтронов из атомных ядер [14]. Это явление противоречило принятому в то время представлению об атомном ядре как системе нуклонов, независимо двигающихся в нем и взаимодействующих с налетающей частицей поодиночке. Естественная интерпретация эксперимента была дана Д. И. Блохинцевым в виде так называемой флуктуационной модели [17]. Плотность ядерной материи не является равномерной по координате и постоянной во времени величиной, а является величиной, стохастически переменной по этим параметрам. Поэтому ее неизбежной характеристикой являются возникающие во времени и пространстве флуктуации плотности. Налетающие частицы взаимодействуют с такими флуктуациями как с отдельной частицей ядра. Модель давала оценки сечения взаимодействия, близкие к наблюдаемым, и предсказывала возможность флуктуаций, содержащих более чем два нуклона. Это означало возможность квазиупругого выбивания трех- и четырехнуклонных фрагментов. Успех модели вызвал у многих физиков наивное представление о существовании в ядрах специфических частиц, названных флуктуонами. Только последующие исследования короткодействующих нуклон-нуклонных корреляций привели к более адекватному действительности пониманию специфического свойства ядерной материи, ее структуры на малых расстояниях.

Предсказание модели Д. И. Блохинцева инициировало постановку в ЛЯП экспериментов по квазиупругому выбиванию трития, гелия-3 и гелия-4 из ядер [18]. Эти эксперименты были развитием экспериментов М. Г. Мещерякова по выбиванию дейтронов. Сечение этих процессов на несколько порядков величины меньше сечения выбивания дейтронов, и их измерение стало возможным только после создания на синхроциклотроне протонного тракта высокой интенсивности [19], обеспечившего высокую светимость и низкий уровень фона экспериментальной установки. Не удивительно, что эти результаты не повторены где-либо до настоящего времени. Их значимость состоит в том, что они явились первым прямым свидетельством наличия в ядрах короткодействующих корреляций более сложного порядка, чем двухнуклонные, а именно трех- и четырехнуклонные корреляции. Парадоксально, что и в настоящее время появляются публикации, ставящие на повестку дня обнаружение таких корреляций сверх давно изучаемых двухнуклонных [20]. Причина этого ненормального положения состоит в том, что, после обнаружения короткодействующих двухнуклонных корреляций в виде связанной пары — дейтрона в экспериментах Мещерякова, их поиск велся в многочисленных экспериментах по изучению импульсных корреляций в несвязанной паре

выбиваемых нуклонов. Очевидно, что наблюдение импульсных корреляций в выбиваемых группах из трех или четырех нуклонов несравнимо труднее, чем регистрация связанных фрагментов. Поэтому не вызывает сомнения, что дальнейшие исследования будут включать в себя квазиупругое выбивание ядер трития и гелия-3, гелия-4.

Другим вопросом, привлекавшим внимание, был вопрос об интенсивности протон-протонных корреляций. Прямые измерения таких корреляций отсутствовали, в связи с чем в ЛЯП был предложен эксперимент по поиску прямого проявления таких корреляций с регистрацией выбитой пары и рассеянного назад протона. При этом измерение импульса конечных протонов должно было соответствовать кинематике процесса

$$p + [pp] \rightarrow p + p + p, \quad (2)$$

в котором масса  $[pp]$ -пары равна двум массам протона (невозбужденный кластер). В лаборатории была создана необходимая установка [21] и проведены соответствующие измерения. Реакция

$$p + A \rightarrow p + p + p + X, \quad (3)$$

$A(p, 3p)X$ , была обнаружена для углеродной мишени, и измерены ее угловые и импульсные характеристики при энергии протонов 640 МэВ [22]. Анализ результатов показал, что процесс может быть описан в предположении о возбуждении исходной протонной пары с определенным спектром возбуждения. Была сформулирована гипотеза об уникальных спектрах возбуждения нуклонных кластеров, слабо зависящих от условий возбуждения (энергии и типа иницирующих частиц). Такая концепция позволила развить соответствующую модель, получившую название модели возбужденных кластеров. Модельные расчеты описали исключительно широкий массив известных данных об испускании протонов и легких ядерных фрагментов под действием частиц с энергиями от промежуточных вплоть до высоких в сотни ГэВ в условиях кумулятивной кинематики [23–25]. Недостатком модели являлось отсутствие экспериментальных данных о конкретном виде спектров возбуждения и необходимость принимать их априорную форму гипотетически. Это привело к насущной и фундаментальной проблеме прямого измерения спектров возбуждения кластеров. Такая задача была поставлена сотрудниками ЛЯП для экспериментов на протонном синхротроне COSY в Юлихе (ФРГ) [26]. Для этой цели были разработаны и затем реализованы две детекторные группы, позволявшие измерять характеристики частиц, испускаемых под малыми углами к протонному пучку (передний детектор), и частиц, испускаемых назад (задний детектор). Для  $pd$ -взаимодействий такая система вполне обеспечивала прямое измерение спектров возбуждения протон-нейтронной пары.

Передний детектор был введен в эксплуатацию и использовался в большом количестве экспериментов. К сожалению, задний детектор, хотя и был собран на магнитном спектрометре ANKE, не был введен в эксплуатацию до остановки ускорителя COSY. В результате фундаментальная задача измерения спектров возбуждения нуклонных кластеров не была решена и

осталась в качестве актуальной задачи для физики атомного ядра. Следует напомнить, что сама постановка такой задачи является прямым развитием исследования короткодействующих протон-ядерных взаимодействий, начатого М. Г. Мещеряковым. Актуальность исследования дибарийонных резонансов, также начатого М. Г. Мещеряковым, подтверждается и сейчас новой идеей о их связи с проблемой высокоимпульсных нуклонных спектров в атомных ядрах [27]. Исследование прямого выбивания скоррелированных протонных пар, обнаруженного в экспериментах на синхротронном [22] еще в 1970-х гг., проводится в настоящее время на ускорительном комплексе NICA.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования, проведенные Михаилом Григорьевичем Мещеряковым на дубненском синхротронном ускорителе, открыли новую страницу ядерной физики — исследование дибарийонных резонансов и короткодействующих нуклон-нуклонных корреляций в атомных ядрах. Полученные им результаты нашли подтверждение в многочисленных экспериментах и инициировали теоретические исследования в рамках как мезон-барионного подхода, так и КХД-концепции. В целом, в ядерной физике возникло новое направление — исследование короткодействующих нуклон-нуклонных и нуклон-ядерных взаимодействий. Основателем этого направления, сохраняющего актуальность в XXI в., является дубненский физик — Михаил Григорьевич Мещеряков.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мещеряков М. Г. К семидесятилетию со дня рождения. Дубна: ОИЯИ, 1980. С. 8–23.
2. *Passman S., Block M. M., Halms W. W.* // *Phys. Rev.* 1952. V. 88. P. 1247.
3. Мещеряков М. Г., Неганов Б. С., Богачёв Н. П., Сидоров В. М. // *ДАН СССР.* 1955. Т. 100, № 4. С. 673.
4. Мещеряков М. Г., Неганов Б. С. // *ДАН СССР.* 1956. Т. 100, № 4. С. 677.
5. Неганов Б. С., Парфёнов Л. Б. // *ЖЭТФ.* 1958. Т. 34, вып. 3. С. 767.
6. *Mandelstam S.* // *Proc. Roy. Soc. A.* 1958. V. 244, No. 1239. P. 491.
7. Эрикссон Т., Вайзе В. Пионы и ядра. М.: Наука, 1991.
8. *Dyson F., Xong N.* // *Phys. Rev. Lett.* 1964. V. 13, No. 26. P. 815.
9. *Clement H.* // *Prog. Part. Nucl. Phys.* 2017. V. 93. P. 195.
10. *Adlarson P. et al.* // *Phys. Rev. Lett.* 2018. V. 121. 052001.
11. *Komarov V. et al.* // *Phys. Rev. C.* 2016. V. 93. 065206.
12. *Tsirkov D. et al.* // *Phys. Rev. C.* 2023. V. 107. 015202.
13. Лексин Г. А. // *ЖЭТФ.* 1957. V. 32. P. 445.
14. Ажгирей Л. С. и др. // *ЖЭТФ.* 1957. Т. 33, вып. 5. С. 11851.
15. Комаров В. И., Савченко О. В. Упругое  $p^4$ He рассеяние назад при энергии протонов 665 МэВ. ОИЯИ, P1-3720. Дубна, 1968.

16. Комаров В. И., Косарев Г. Е., Савченко О. В. Упругое рассеяние протонов назад на легких ядрах // ЯФ. 1970. Т. 12, вып. 6. С. 1229.
17. Блохинцев Д. И. // ЖЭТФ. 1957. Т. 33, вып. 5. С. 1296.
18. Komarov V. I. et al. // Nucl. Phys. A. 1976. V. 256. P. 362.
19. Джеленов В. П., Савченко О. В., Комаров В. И. и др. // 4th Intern. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy. 1972. V. 13, No. 9.
20. Fomin N., Arrington J., Li S. nucl.-ex arXiv: 2309.03963. 2023.
21. Komarov V. I. et al. // Nucl. Instr. Meth. 1982. V. 197. P. 335.
22. Kosarev G. E. et al. // J. Phys. G. 1979. V. 5, No. 12. P. 1717.
23. Комаров В. И., Мюллер Г. // Письма в ЖЭТФ. 1979. Т. 29, вып. 8. С. 504.
24. Комаров В. И., Мюллер Г., Теи З. // Fortsch. Phys. 1985. V. 33, No. 11. P. 595.
25. Muller H., Komarov V. I. // J. Phys. G. 2004. V. 30. P. 1379.
26. Komarov V. I. // Proc. of the 105th WE-Heraeus-Seminar. Bad Honnef, 1993. P. 281.
27. Кукулин В. И. Современные модели ядерных сил и роль дибарионных резонансов. М.: КДУ, 2017.

Получено 24 марта 2026 г.

Редактор *Е. В. Калининкова*

Подписано в печать 6.04.2026.

Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 0,5. Уч.-изд. л. 0,59. Тираж 105 экз. Заказ № 61289.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований  
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: [publish@jinr.ru](mailto:publish@jinr.ru)  
[publish.jinr.ru](http://publish.jinr.ru)