

Владимир Владиленович Кочаровский

(к 70-летию со дня рождения)

PACS number: 01.60. + q

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2025.11.040055>

15 октября 2025 года исполнилось 70 лет физику-теоретику Владимиру Владиленовичу Кочаровскому, академику Российской академии наук (РАН), заведующему отделом астрофизики и физики космической плазмы Института прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова РАН (ИПФ РАН), доктору физико-математических наук.

Вл.В. Кочаровский родился в г. Свердловске (ныне г. Екатеринбург) и с 1958 г. постоянно проживает в г. Нижний Новгород (бывший г. Горький). Вместе с братом-близнецом Виталием Владиленовичем Кочаровским (тоже ставшим выдающимся физиком-теоретиком) окончил с золотой медалью физико-математический лицей № 40, продолжил обучение на радиофизическом факультете Горьковского государственного университета им. Н.И. Лобачевского (был Ленинским стипендиатом) и завершил образование в аспирантуре ИПФ РАН (ранее ИПФ АН СССР) под руководством известного астрофизика, профессора Владимира Васильевича Железнякова. Далее неизменно работал в ИПФ РАН: в 1978–2011 гг. прошёл все должности научного работника вплоть до заведующего сектором в отделе астрофизики и физики космической плазмы, с 2011 г. заведует этим отделом. С 2012 г. — профессор Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского (курсы "Плазменная астрофизика", "Современные проблемы физики"), где преподаёт на факультете "Высшая школа общей и прикладной физики", созданном на базе ИПФ РАН.

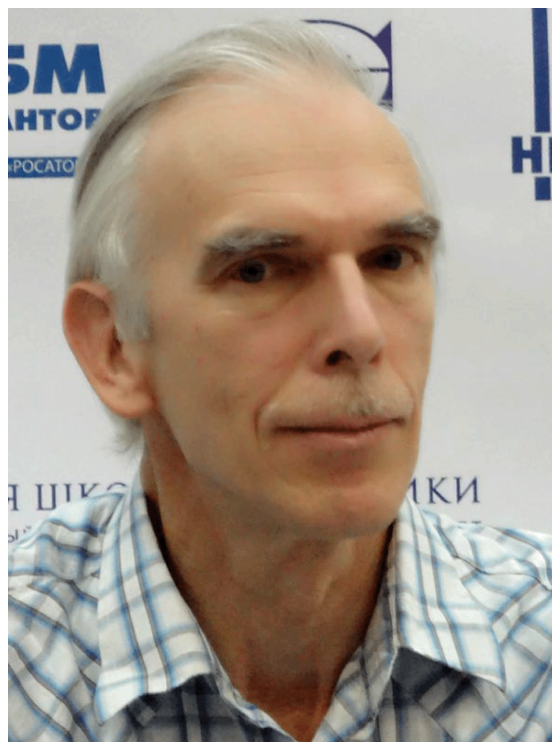
В 1986 г. защитил кандидатскую диссертацию "Линейное взаимодействие электромагнитных волн в неоднородных слабоанизотропных средах", в 1998 г. — докторскую диссертацию "Модовое сверхизлучение в открытых резонаторах и экстремальные режимы генерации электромагнитных полей ансамблями квантовых и классических осцилляторов".

Результаты исследований Вл.В. Кочаровского в области теоретической физики и астрофизики получили высокую оценку специалистов в России и за рубежом. Им опубликовано более 400 оригинальных работ и 15 научных обзоров. Для всех публикаций характерны новизна постановки задач и оригинальность подходов к их решению, логичность и ясность физических аргументов, глубокое погружение в существо рассматриваемых процессов и явлений, совмещение аналитических и численных расчётов, тщательное обоснование и изложение используемых моделей и приближений.

Область его научных интересов как *физика-универсала* чрезвычайно широка: космическая плазма и радиоастрономия, космология и гравитация, физика высоких энергий и элементарных частиц, физика космических гамма-всплесков и квазаров, астрофизика джетов и ударных волн, нейтринная астрофизика и ускорение космических лучей, теория излучения нейтронных звёзд и чёрных дыр, физика атмосферы Солнца и магнитосфер планет, лабораторная астрофизика и лазерная плазма, распространение волн и перенос поляризованного излучения, электродинамика сплошных сред и радиофизика, нелинейные колебания и волны, когерентная и нелинейная оптика, квантовая оптика и физика лазеров, классическая и квантовая теория поля, физика многочастичных систем и твёрдого тела, физика полупроводников и жидких кристаллов, физика низких температур и сверхпроводимость (в том числе высокотемпературная), фазовые переходы и бозе-эйнштейновская конденсация, проблемы квантовых вычислений и преимущества квантовых компьютеров и симуляторов над классическими.

В частности, Вл.В. Кочаровский получил ряд значимых результатов в области исследования различных типов космических источников излучений и является последователем академиков В.Л. Гинзбурга и В.В. Железнякова в этом направлении, возглавляя его в ИПФ РАН.

Вл.В. Кочаровским исследован ряд *фундаментальных проблем* в таких разных областях физики, как нелинейная динамика волн с отрицательной энергией в квантовой гравитации и квантовой электронике, взаимодействие света и материи в квантовой оптике и лазерной физике, неадиабатическая связь мод в электродинамике сплошных неоднородных сред и фотонных кристаллов, микроскопическая теория критических явлений в фазовых переходах, коллективные процессы в плазме магнитосфер нейтронных звёзд и чёрных дыр, механизмы ускорения и излучения частиц и происхождение космиче-



Владимир Владиленович Кочаровский

ских лучей сверхвысокой энергии. Им развиты новые квантовые методы анализа природных явлений экспоненциального уровня вычислительной сложности (недоступного классическим компьютерам) с помощью матричных перманентов и гафнианов.

В числе теоретических результатов работ Вл.В. Кочаровского следует отметить развитие представления о волнах отрицательной энергии и их диссипативной неустойчивости в активных средах с квантовыми и с классическими осцилляторами, объясняющего явление коллективного спонтанного излучения и позволяющего дать аналитическое описание его макроскопических квантовых флуктуаций. Именно метод описания явления сверхизлучения как диссипативной неустойчивости волн отрицательной энергии позволил предсказать существование этого явления в классических системах физики плазмы и электроники и обнаружить его при рекомбинации электронов и дырок в полупроводниковых гетероструктурах. В частности, был предложен первый классический аналог сверхизлучения Дике — циклотронное сверхизлучение. В области квантовой оптики развит метод феноменологической квантовой электродинамики сплошных активных сред для анализа коллективных квантовых неустойчивостей в неравновесных системах. С использованием указанных представлений в модели конформно-плоского гравитационного поля, взаимодействующего с массивным скалярным полем материи, доказана перенормируемость и причинность теории квантовой гравитации с неограниченным снизу гамильтонианом и обнаружено явление сосуществования инфракрасной и ультрафиолетовой асимптотических свобод.

Вл.В. Кочаровским получены важные аналитические результаты в физике конденсированных сред. Им предсказан эффект брэгг-кулоновского спаривания электронов в результате их чисто кулоновского взаимодействия и процессов переброса в условиях брэгговского резонанса, ведущего к высокотемпературной сверхпроводимости в слоистых соединениях. Предсказаны и изучены свойства квазичас-

тиц канонического ансамбля в бозе-эйнштейновском конденсате (БЭК), позволяющие выяснить его квантовую статистику и динамику образования. В частности, впервые указано на аномально большие негауссовские флуктуации числа частиц в БЭК и построена аналитическая теория универсального поведения этих флуктуаций в критической области фазового перехода, включая структуру лямбда-точки в критической области БЭК для идеального газа. Рассчитаны флуктуации БЭК за пределами критической области для взаимодействующего газа с однородным или неоднородным конденсатом. Создана микроскопическая теория фазовых переходов, сводящая решение проблемы критических явлений, в том числе для трёхмерной задачи Изинга, к вычислению матричного перманента. На его основе указана универсальная оценка сложности квантовых вычислений и обоснована возможность использования для них флуктуаций в системе взаимосвязанных фотонов в резонаторе и атомов в бозе-конденсате. Раскрыта универсальность матричных перманента и гафниана для описания уровней сложности критических явлений и квантовых информационных процессов в физике многих тел, фрактальных структур и хаоса, теоретико-числовых и P -трудных задач в теории вычислительной сложности. Сформулирована и доказана основополагающая теорема о гафниане, которая даёт явно вычисляемую формулу для производящей функции матричного гафниана, характеризующего все P -трудные вычислительные задачи. В качестве многократного квантового симулятора предложена схема выборки числа атомов БЭК в различных возбуждённых состояниях надконденсата (сэмплинга бозонов) и доказано, что эта схема при реализации в атомно-фотонных симуляторах может демонстрировать преимущество квантовых систем над классическими компьютерами.

Вл.В. Кочаровский разработал ряд новых методов генерации непрерывного и импульсного электромагнитного излучения в различных активных средах. Так, им предложено использовать явление сверхизлучения для получения уникальных режимов импульсной генерации лазеров с низкодобротным резонатором и непрерывной накачкой. Для сверхизлучающих лазеров развита теория смешанных режимов генерации с дискретным и непрерывным спектром излучения, указывающая, в частности, эффективный способ самосинхронизации мод, и предсказано спонтанное нарушение симметрии при генерации одной поляритонной моды в однородном лазере с зеркально симметричным резонатором. Предложены и реализованы новые типы полупроводниковых лазеров — лазерные транзисторы и межзонные каскадные лазеры, позволяющие получать одновременную генерацию двухчастотного излучения в оптическом или ближнем инфракрасном диапазонах и излучения разностной частоты в среднем или дальнем инфракрасном диапазонах в непрерывном режиме при комнатной температуре. Под руководством Вл.В. Кочаровского экспериментально получены внутрирезонаторное нелинейное смещение мод в инжекционных гетеролазерах указанного типа и прямозонное сверхизлучение при коллективной рекомбинации электронов и дырок в полупроводниковых структурах.

Ярким примером совмещения теории и приложений служит проведённый им качественный анализ линейного взаимодействия электромагнитных волн в неоднородных анизотропных средах и плазме, объясняющий поляризационные свойства излучения магнитосфер звёзд и планет и лежащий в основе поляризационной диагностики неоднородной магнитоактивной плазмы — лабораторной и космической (магнитосферы Солнца, Юпитера, Земли), а также волоконных световодов и жидких кристаллов.

Вл.В. Кочаровским исследован ряд экзотических квантово-электродинамических эффектов в сверхсильном магнитном поле с приложениями к нейтронным звёздам и первичным чёрным дырам. Так, указано на возможность существования аннигиляционно-циклотронных линий МэВ-ного излучения нейтронных звёзд и на трансформацию высокоэнергетичного хокинговского излучения чёрных дыр в МэВ-ный диапазон энергий за счёт электромагнитного каскада в эжектируемой плазме на последней стадии их испарения (часы и минуты). Показано, что форма циклотронных линий рентгеновского излучения нейтронных звёзд определяется квантовыми эффектами рассеяния. Развита методика анализа динамического спектра радиопульсаров, дающий информацию о структуре источника радиоизлучения в магнитосфере нейтронной звезды. Построена аналитическая теория самосогласованного синхротронного и обратного комптоновского излучения, а также его двухфотонного самопоглощения и переработки ультражесткого излучения на мягком (рентгеновском) излучении, впервые обеспечившая корректную интерпретацию данных наблюдений космических гамма-всплесков, блазаров и микроквазаров.

Результаты астрофизического характера можно дополнить следующим далеко не полным перечнем достижений Вл.В. Кочаровского в физике космической плазмы. Так, установлена неизбежность наличия значительной доли свободных нейтронов и предсказана их существенная роль в динамике и излучении релятивистских ударных волн и джетов вблизи компактных астрофизических источников, включая рождение нейтрино в нейтрон-протонном релятивистском ветре. Разработана модель коллапса компактных звёзд, индуциро-

ванного попавшей внутрь первичной чёрной дырой. Предложен новый конверсионный механизм ускорения космических лучей, обусловленный многократными переходами частиц из заряженного состояния (протоны, электроны) в нейтральное (нейтроны, фотоны) и обратно, и установлены фундаментальные электродинамические ограничения на все возможные космические ускорители частиц предельно высоких энергий вплоть до 10^{21} – 10^{22} эВ. Тем самым впервые дано качественное классическое объяснение происхождения космических лучей сверхвысоких энергий, указаны их потенциальные источники и предельно достижимые энергии заряженных частиц.

Аналитическими и численными методами изучены особенности многомасштабных многокомпонентных токовых структур, в том числе турбулентных, как в космической, так и в лабораторной (лазерной) плазме. Аналитически построены новые классы стационарных токовых слоёв и филаментов с самосогласованным магнитным полем в бесстолкновительной релятивистской астрофизической и магнитосферной плазме. Разработаны модели магнитопауз для магнитосфер планет, включая Землю, и границ между магнитными облаками звёздного (солнечного) ветра при произвольных немаксвелловских распределениях частиц по энергии, например каппа-распределениях, в том числе при наличии шири силовых линий магнитного поля. Развита теория формирования и автомодельной эволюции магнитной турбулентности вейбелевского типа в слабостолкновительной магнитоактивной плазме с анизотропными распределениями частиц по скоростям, включая квазилинейную стадию эволюции, нелинейные эффекты насыщения роста и аномальную самосогласованную электропроводность. Предсказано существование магнитопауз с согласованной магнитной турбулентностью. Дана интерпретация ряда переходных филаментационных структур электрического тока и связанных с ними мегагауссовых магнитных полей в расширяющейся лазерной плазме с горячими электронами, образованной абляцией мишеней фемтосекундными импульсами мультитераваттных лазеров. Проведено аналитическое описание распространения нелинейного альвеновского импульса в магнитной трубке переменного диаметра в хромосфере Солнца и показано, что электрическое поле импульса может ускорять электроны до энергии порядка 1 ГэВ и инжектировать их в корональную часть петли.

Вл.В. Кочаровский — ученик В.В. Железнякова, в 1980-е и 1990-е годы он прошёл также школу активного научного общения с В.Л. Гинзбургом, повлиявшим на широту его научных интересов. Около 15 лет назад Вл.В. Кочаровский сменил В.В. Железнякова в должности заведующего отделом астрофизики и физики космической плазмы и вскоре стал главным редактором журнала *Известия вузов. Радиофизика*, т.е. унаследовал должность, которую до этого занимали только В.Л. Гинзбург и В.В. Железняков.

Вл.В. Кочаровский также член редколлегий журналов *Письма в астрономический журнал*, член ряда научных обществ, включая Международный астрономический союз (избран в 1999 г.), Комитет по исследованию космического пространства, Европейское физическое общество, Американское физическое общество и Американское оптическое общество. Он участвует в прикладных исследованиях и организации научных работ, член комиссий по просветительству и по лженауке РАН, долгое время был членом Совета по мегагрантам Министерства образования и науки РФ, в настоящее время — член Экспертного совета Российского научного фонда. Вл.В. Кочаровский был обладателем стипендии для выдающихся учёных России, отмечен юбилейной медалью "300 лет Российской академии наук", награжден медалью ордена "За заслуги перед Отечеством" II степени и Почётной грамотой РАН за практический вклад в науку.

Вл.В. Кочаровский — профессор ННГУ, среди его учеников 9 кандидатов и 1 доктор наук. Более 35 лет он возглавляет работу семинара ИПФ РАН по теоретической физике. Является руководителем аспирантуры по специальности "Физика и астрономия" ИПФ РАН. Он активно занимается популяризацией научных знаний и поддержкой уровня школьного образования по физике. На его счету многолетняя организация ежегодного Нижегородского фестиваля наук, искусств и технологий "Фенист" с большим набором приглашённых лекций, ориентированных на разные слои населения и школьников. Он ежегодно организует Круглый стол учителей физики и математики Нижегородской области в форме пятидневного семинара на базе одного из летних пансионатов, где около 100 учителей обсуждают методические проблемы образования, делятся опытом, знакомятся с интересными новостями науки. Он также является основным научным попечителем Нижегородского планетария, входящего в число ведущих планетариев страны, и организатором ежегодных нижегородских школьных олимпиад по астрономии.

Коллеги и друзья сердечно поздравляют Владимира Владиленича с юбилеем, желают ему здоровья, счастья и новых творческих достижений.

Г.Г. Денисов, Л.М. Зелёный, В.В. Кведер, З.Ф. Красильник, Е.А. Кузнецов, А.Г. Литвак, Е.А. Мареев, О.В. Руденко, А.М. Сергеев, Р.А. Сюняев, Е.А. Хазанов, А.М. Черепашук