

Юрий Николаевич Ефремов



(11 мая 1937 - 26 августа 2019)

26 августа 2019 г. на 83-м году жизни скоропостижно скончался Юрий Николаевич Ефремов, главный научный сотрудник отдела изучения Галактики и переменных звёзд ГАИШ МГУ, доктор физико-математических наук, профессор. Выпускник астрономического отделения МГУ, он практически всю свою научную жизнь отдал ГАИШ.

Родился 11 мая 1937 г. Родился в семье инженеров, внук крестьянина и рабочего. В 1955 г. окончил школу с серебряной медалью и поступил на Астрономическое отделение Мехмата МГУ. С 1960 г. работал в Астрономическом Совете АН СССР (младший научный сотрудник), с 1973 г. работал в ГАИШ МГУ - старший научный сотрудник до 1989 г., затем до 2000 г. — заведующий Отделом изучения Галактики и переменных звезд, а с 2000 г. — главный научный сотрудник ГАИШ МГУ. В 1967 году защитил кандидатскую диссертацию («Основные характеристики классических цефеид»), а в 1983 г. — докторскую диссертацию («Цефеиды и звездные группировки»). Участвовал, под руководством Б.В. Кукаркина и П.Н. Холопова, в составлении Каталогов переменных звезд. Исследовал наблюдательные аспекты эволюции звёзд и звёздных группировок и структуру галактик. Известен обнаружением зависимости период — возраст для цефеид. Разработал концепцию звездных комплексов как наибольших групп индивидуальных молодых звезд, скоплений, ОВ-ассоциаций и газовых облаков, в которых продолжается звездообразование.. Совместно с А.К. Дамбисом доказал, что звездный каталог «Альмагеста» наблюдался во II до н.э.

Автор монографии «Очаги звездообразования в галактиках: Звездные комплексы и спиральные рукава» (Москва, изд. Наука, 1989), и многих научно-популярных сочинений, в том числе — книга «Звездные острова: Галактика звезд и вселенная галактик», изд ВЕК2, 2005 г.

Один из наиболее цитируемых отечественных астрономов. Поборник рационализма и сциентизма. Зам. отв. редактора Бюллетеня РАН "В защиту науки". Вышедшие девять выпусков Бюллетеня можно найти на сайте moi-vzn.narod.ru

В честь Ю.Н. Ефремова названа малая планета [12975 Ефремов](#). (Открытый ранее - также в КраО - астероид, названный в честь Ивана Антоновича Ефремова, получил имя Ефремиана, поскольку тогда обычным астероидам было принято давать женские имена).

Текст: <http://lnfm1.sai.msu.ru/~efremov/bioqr.htm>

О Ю.Н. Ефремове

А.С. Расторгуев



Юрий Николаевич оставил глубокий след в современной звёздной астрономии. Круг его научных интересов поразительно широк: от истории астрономии до загадочных процессов формирования звёзд, звёздных скоплений и ассоциаций. Свою научную карьеру Юрий Николаевич начинал как исследователь переменных звёзд разных типов, будучи членом коллектива составителей первых изданий Общего каталога переменных звёзд, пожалуй, одного из наиболее востребованных проектов советской астрономии. Ещё тогда он обратил самое пристальное внимание на классические цефеиды – уникальные молодые переменные звёзды, позволяющие исследовать пространственно-возрастную структуру галактик благодаря зависимости “период-светимость” и найденной им зависимости “период – возраст”. Он высказал идею о том, что градиент возраста молодых объектов поперёк спирального рукава должен быть противоположно направленным до и после коротационного круга, если спиральная волна плотности стимулирует звездообразование, что и было обнаружено.

Цефеиды надолго стали его главной любовью в астрономии. Он вёл их поиск в рассеянных скоплениях. Юрий Николаевич проявил себя как незаурядный и хитроумный наблюдатель в ходе совместного с П.Н. Холоповым изучения уникальной пары близких (всего 2.3 угловой секунды !) цефеид CE Cas (A, B) в рассеянном скоплении NGC 7790 на сравнительно скромном телескопе АЗТ-2 обсерватории ГАИШ. Как исследователь переменных звёзд, он попутно он принял участие в пионерском изучении оптической переменности квазара 3C273.

Юрию Николаевичу принадлежит фундаментальное открытие звёздных комплексов как крупнейших ячеек текущего звездообразования в дисковых галактиках, содержащих газ и молодые объекты. Его монография “Очаги звездообразования в галактиках: звёздные комплексы и спиральные рукава” (1989) была переведена на английский язык и до сих пор пользуется большим успехом. Она быстро была по достоинству оценена ведущими мировыми астрофизиками, и Б. Эльмегрин, С. Ларсен, Е. Альфаро, П. Баттинелли, И. Караченцев, А. Чернин, В. Афанасьев и др. на многие годы стали его постоянными

соавторами. Что касается звёздных комплексов с характерным размером порядка 1 кпк, Юрий Николаевич первым заметил их регулярное расположение в спиральных рукавах галактик, и эта особенность хорошо согласуется с теоретическими представлениями о гравитационной неустойчивости гигантских газовых облаков, порождающих газо-звёздные комплексы.

Юрий Николаевич как учёный-астроном представлял собой классический, но редкий сейчас тип естествоиспытателя, ведущего исследования не столько с помощью математических формул и компьютеров, сколько благодаря великолепной интуиции и наблюдательности. (Он в шутку как-то сказал, что гордится тем, что в его докторской диссертации есть всего лишь одна формула). Он имел острый глаз и на редкость хорошо умел соединять, казалось бы, разнородные факты и данные наблюдений и выявлять новые закономерности в рамках общей концепции. Юрий Николаевич опубликовал более 230 работ, и число ссылок на них – более 2700 – свидетельствует о реальной ценности выдвинутых им идей.

Об астрономических достижениях Юрия Николаевича можно говорить долго. Но помимо самой науки он тратил много сил на борьбу за её чистоту. Это было и остаётся крайне важным в эпоху расцвета околонуточного шарлатанства и массового распространения лженаучных идей и теорий. Он не мог оставаться в стороне от этого. С большим энтузиазмом включился в работу Комиссии РАН по борьбе с лженаукой и стал членом редколлегии журнала “В защиту науки” и сам опубликовал ряд острых и непримиримых статей. Да он и сам внёс реальный вклад в борьбу с “Новой хронологией”, получив совместно с А. Дамбисом и Е. Павловской убедительные результаты, касающиеся датировки каталога Альмагест.

Перу Юрия Николаевича принадлежит несколько научно-популярных книг, благодаря которым не одно поколение молодых любителей астрономии стали настоящими профессионалами или, по крайней мере, заинтересовались потрясающе красивой наукой астрономией. Личность Юрия Николаевича Ефремова многогранна... Все, кто с ним контактировал – все будут вспоминать его как прекрасного коллегу и друга, чуть-чуть наивного, весёлого, часто заразительно смеющегося, широко эрудированного, потрясающе работоспособного. Между ним и всеми, кто его знал, не было никаких барьеров, и к нему тянулись люди. Мне много лет назад доставило искреннее наслаждение часто общаться с ним в Крыму во время наблюдений. Были походы по горам, много интересных разговоров. Оказалось, что он интересуется камнями, минералами и много знает о них! Как то Юрий Николаевич сказал, что если бы он не стал астрономом – выбрал бы геологию, потому что ему интересно, как всё устроено и как всё произошло. Вот этот интерес и проявился в полной мере в его подходе к астрономическим проблемам...

После ухода Юрия Николаевича осталось острое чувство потери старшего друга и хорошего, верного товарища, прекрасного учёного, представителя той школы наших учителей, благодаря которым ГАИШ овеян уникальной атмосферой дружбы, товарищества, единства.

К 75-летию Ю.Н. Ефремова

А.Д. Чернин, Л.Н. Бердников, А.С. Расторгуев



Большая наука астрономия

"Астрономия стала превращаться, на полвека позднее физики, в Большую Науку, в которой многочисленные коллективы работают на гигантских установках", – так сказано в книге Юрия Николаевича Ефремова "В глубь Вселенной" (издание 5-е, УРСС, 2009, Москва). С этим, вероятно, согласны все. Хотелось бы все же добавить, что величие науки измеряется не только численностью коллективов и размерами используемых инструментов; большая астрономия – это прежде всего Большие Астрономы. Мы расскажем здесь, как далеко не самый крупный телескоп Московской обсерватории на Воробьевых Горах оказался первым в соревновании с крупнейшим в мире телескопом на Голубиной горе в Калифорнии. И не только об этом.

Как была открыта переменность квазаров

Квазары – одни из самых мощных источников энергии во Вселенной. Типичный квазар светит как сотня галактик, подобных нашему Млечному Пути с его сотнями миллиардов звезд. Но на снимках неба квазары выглядят всего лишь слабенькими звездочками. Их истинную природу распознал в начале 1963 г. голландский астроном Маартен Шмидт, работавший тогда в Калифорнии. Он смело отождествил линии в спектрах квазаров, предположив, что это обычные линии бальмеровской серии, но с большим красным смещением. Последнее означает, что объекты находятся очень далеко от нас, – отчего и выглядят так скромно. В ГАИШ об открытии квазаров узнали от Иосифа Самойловича Шкловского, он получил препринт Шмидта и сразу же предложил Ю.Н. Ефремову и А.С. Шарову, специалистам по переменным звездам, проверить квазары на переменность: светят ли они всегда одинаково или их же их блеск меняется со временем? Богатая коллекция снимков звездного неба, которой располагает ГАИШ, позволяла быстро найти ответ на этот вопрос. Ю.Н. и А.С. столкнулись у шкафа фототеки, в котором хранились пластинки той области неба, где находится один из самых ярких квазаров (его обозначение – 3C 273). Всего нашлось 44 пластинки, снятые с 1896 до 1960 гг., и Ю.Н., сделав несколько глазомерных оценок, тут же уверенно заметил, что объект меняет свой блеск. Не ограничившись глазомерными оценками, Ю.Н. и А.С. аккуратно измерили блеск квазара с помощью ирис-фотометра на всех пластинках и установили, что он действительно меняется от 12.0 до 12.7 звездной величины, причем иногда довольно быстро колебания блеска амплитудой 0.2-0.3 звездной величины происходили всего за несколько дней. Об этом открытии Ю.Н. и А.С. сообщили в том же 1963 г. в *International Bulletin on Variable Stars*.

Kecskely Observatory
Budapest
18 April 1963

ON THE LIGHT VARIABILITY OF THE OBJECT IDENTIFIED WITH THE RADIO SOURCE 3 C-273

Examination of 44 plates of the Sternberg Astronomical Institute at Moscow obtained during 1896-1898 and also of the Wolf-Fallica and Paliser charts shows that the star-like object identified with the radio-source 3 C-273 is variable within the limits 12^m0-12^m7 (mag). Most of the plates were measured by means of an Iffa-photometer. A few plates obtained during April-June show the possibility of smaller light variations with amplitudes of 0^m2-0^m3 and lasting a few days.

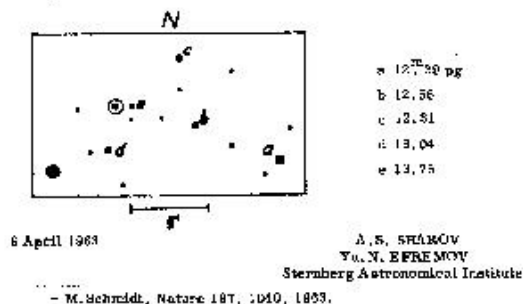


Рис. 1. Выпуск IBVS (Information Bulletin on Variable Stars) от 9 апреля 1963 г., в котором А.С. Шаров и Ю.Н. Ефремов сообщили об обнаружении переменности блеска 3С 273, был первой публикацией об открытии изменений блеска квазаров. (Примечание: в заметке после слов April – June пропущен год – 1962)

Само по себе обнаружение переменности ранее не известного объекта, да еще и такого удивительного, – событие в астрономии. Но в данном случае это было особенно интересно. Действительно, переменность на шкале в несколько дней означает, что размер излучающей области квазара 3С 273 очень мал, не больше нескольких световых дней. Об этом сказал Ф.А. Цицин на семинаре в ГАИШ, на котором Ю.Н. и А.С. сделали свой первый доклад об открытии переменности квазаров. Несколько световых дней – это меньше диаметра Солнечной Системы. И из области такого размера исходит могучий поток энергии, сравнимый по мощности с излучением десятков триллионов Солнц!

Шкала расстояний во Вселенной

Измерение расстояний за пределами Солнечной Системы всегда составляло, да и сейчас составляет труднейшую задачу в астрономии. Для примера напомним, что знаменитый космолог Лемэтр, а за ним и не менее известный астроном Эдвин Хаббл, открывшие в 1927-29 гг. закон разбегания галактик, изрядно ошиблись в определении расстояний до галактик, занизив эти расстояния почти на порядок величины. Их ошибку астрономы исправляли потом шаг за шагом три десятка лет. С конца 50-х годов шкала расстояний получила, наконец, надежные основания, она стала опираться на один их типов пульсирующих переменных звезд – классические цефеиды, и здесь важную роль сыграли цефеиды, найденные в рассеянных звездных скоплениях.

Цефеиды – это звезды, меняющие свой блеск почти строго периодически. Уже давно, более ста лет назад, у них была открыта зависимость между периодом и светимостью: чем больше период пульсаций, тем больше светимость (мощность излучения). Период изменения блеска цефеиды довольно легко определяется из наблюдений; вычислив по зависимости период-светимость абсолютную звездную величину (т.е. звездную величину, которую звезда имела бы, если бы она находилась на расстоянии 10 парсек от нас) и сравнив ее с видимой звездной величиной, можно рассчитать расстояние до нее, учитывая, что создаваемая звездой освещенность изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния до нее. Так цефеиды оказались в роли основных "маяков" Вселенной.

Для того чтобы реально воспользоваться ими для определения расстояний до далеких галактик, необходимо знать светимость (или расстояние) хотя бы для одной цефеиды. Тогда зависимость период-светимость можно откалибровать или, как говорят астрономы, найти для нее нуль-пункт, т.е. точку отсчета шкалы светимостей. Такая возможность появилась в конце 1950-х годов, когда среди звезд некоторых

рассеянных скоплений Галактики были обнаружены цефеиды. Расстояния до скоплений определяют довольно точно путем сравнения светимости и видимого блеска звезд главной последовательности на диаграммах Герцшпрунга-Рассела. Если цефеиды являются физическими членами скопления, расстояние до них равно – с хорошей точностью – расстоянию до скопления. При этом очевидно, чем больше известно цефеид в скоплениях, тем точнее может быть калибровка зависимости период-светимость цефеид. В конце 1950-х годов было известно всего 5 таких звезд, так что они были тогда на вес золота. В 1963-65 гг. Ю.Н. и его коллеги из ГАИШ в результате кропотливой работы обнаружили 5 новых цефеид на периферии скоплений, тем самым удвоив число звезд, пригодных для калибровки зависимости период-светимость.

На протяжении последних десятилетий нуль-пункт шкалы расстояний цефеид постоянно уточнялся, и эта работа продолжается до сих пор усилиями многих астрономов разных стран; среди них – ученики и коллеги профессора Ефремова, ныне доктора наук – Леонид Николаевич Бердников (рекордсмен по числу исследованных им фотометрически цефеид), Алексей Сергеевич Расторгуев, Андрей Карлович Дамбис. Насколько сложна эта работа можно судить по тому факту, что ошибку измерения расстояний не удастся сделать меньше чем 8-10%. А ведь по цефеидам производится калибровка и других способов измерения внегалактических расстояний. Среди них особое место занимает метод, использующий Сверхновые звезды типа Ia (так наз. "термоядерные Сверхновые") в качестве "стандартных свечей", т.е. объектов с известной светимостью. Этот метод в числе очень немногих других действует на самых больших расстояниях, сравнимых с радиусом видимой Вселенной. Хочется отметить, что именно по наблюдениям термоядерных Сверхновых 13 лет назад было открыто ускоренное расширение Вселенной и космическая "темная энергия", физическая природа которой до сих пор остается полнейшей загадкой для фундаментальной физики.

Опередили Алана Сэндиджа

На Воробьевых горах в парке ГАИШ 60 лет назад был установлен телескоп АЗТ-2

– Астрономический зеркальный телескоп с диаметром зеркала в 70 сантиметров, крупнейший инструмент Московской обсерватории, на котором в течение многих лет велись активные наблюдения переменных звезд и звездных скоплений. Этот телескоп – составная часть научного оборудования, которое И.В. Сталин велел изготовить для строящегося в начале 1950-х г. гигантского здания МГУ на Ленинских горах: "Наши ученые должны иметь самые лучшие приборы." И не только приборы! Вот что писал Ю.Н. Ефремов: "После взрыва Бомбы в 1949 г. зарплаты ученых были резко увеличены: "профессора стали получать как генералы" – рассказывал нам, студентам, директор ГАИШ профессор Д.Я.Мартынов. Ныне они получают вдвое меньше, чем лейтенанты. Что бы такое взорвать сейчас – понарошку, конечно! – чтобы попугать правящий нами сверхновый класс ультрабюрократов, чтобы они поняли, что наша огромная страна не сможет просуществовать долго без собственной науки и техники. И чтобы осознали правоту Эйнштейна, который сказал, что интеллектуальные орудия, без которых было бы невозможно развитие современной техники, пришли в основном от наблюдений звезд". На этом телескопе-трудяге в 1963-65 г. Павел Николаевич Холопов, Ю.Н. и ряд их коллег из ГАИШ провели тонкие фотометрические исследования цефеид, опередив на несколько лет американских коллег, работавших в том же направлении на крупнейшем в мире в ту пору 5-метровом телескопе-рефлекторе на Голубиной горе (Mount Palomar) в Калифорнии. Предметом изучения также были цефеиды в рассеянных звездных скоплениях. Одна из них – SE Кассиопеи (SE Cas) в уникальном по богатству цефеидами рассеянном звездном скоплении NGC 7790 (их в нем найдено 4!) – давно уже привлекала внимание астрономов. Странные "полупериодические" колебания блеска этой звезды долгие годы не поддавались расшифровке, пока сотрудница ГАИШ Г.А. Старикова не обнаружила, что это не одиночная звезда, а двойная, каждый из компонентов которой является цефеидой. Расстояние между компонентами невелико всего 2.3 угловых секунды, поэтому измерить по отдельности блеск каждого компонента долго не удавалось, пока к этой задаче не обратились в 1965 г. П.Н. и Ю.Н. Для этой цели П.Н. использовал специальный набор диафрагм, защищающих фокус телескопа АЗТ-2 от засветки московским небом. Всего удалось получить 65 фотопластинок, на которых компоненты SE Cas были хорошо разделены и потому стали пригодными для фотометрического анализа. Однако в пределах поля зрения телескопа не нашлось фотометрического стандарта, сравнимого по блеску и цвету с компонентами SE Cas. А без строгой "привязки" к стандарту фотографическая фотометрия SE Cas была бы неточной.



Рис. 2. Башня 70-см телескопа-рефлектора АЗТ-2 Московской обсерватории на Воробьевых горах. Ю.Н. Ефремов в башне АЗТ-2 (апрель 2011 г.)

Тогда Ю.Н. предложил использовать в качестве фотометрического "стандарта" (вопреки существующим методикам и, наверное, впервые в астрономической практике!) другую переменную звезду – CF Кассиопеи, еще одну цефеиду, члена того же самого скопления. Строгая повторяемость изменений блеска цефеид позволяет – конечно, при острой необходимости – использовать и их в качестве звезд-стандартов. Для уточнения формы кривой блеска и периода CF Cas пришлось предпринять специальное исследование. Эта остроумная идея и предредила успех исследования: удалось построить отдельные кривые блеска каждого из двух компонентов CE Cas. Результаты были опубликованы в 1965 г. в *Астрономическом Циркуляре*. Через четыре года они были подтверждены знаменитыми астрономами Сэндиджем и Тамманном, получившими для той же цели 56 пластинок на 5-м рефлекторе на горе Маунт Паломар. Небольшие расхождения были замечены только вблизи фаз максимального блеска цефеид. Американские коллеги отметили, между прочим, что испытывали те же трудности с калибровкой фотометрических данных, что и астрономы ГАИШ.

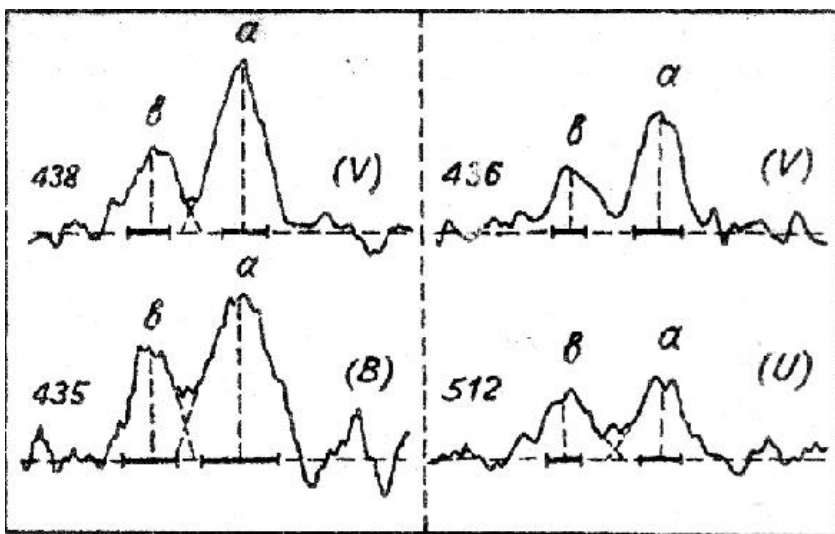


Рис. 3. Образец фотометрических разрезов компонентов CE Кассиопеи на пластинках АЗТ-2. Расстояние между компонентами составляет 2.3 угл. сек; в кассегреновском фокусе АЗТ-2 оно эквивалентно 1.3 мм. Видно, что отверстие диафрагмы ирис-фотометра (жирная горизонтальная черточка) собирает свет только одного компонента

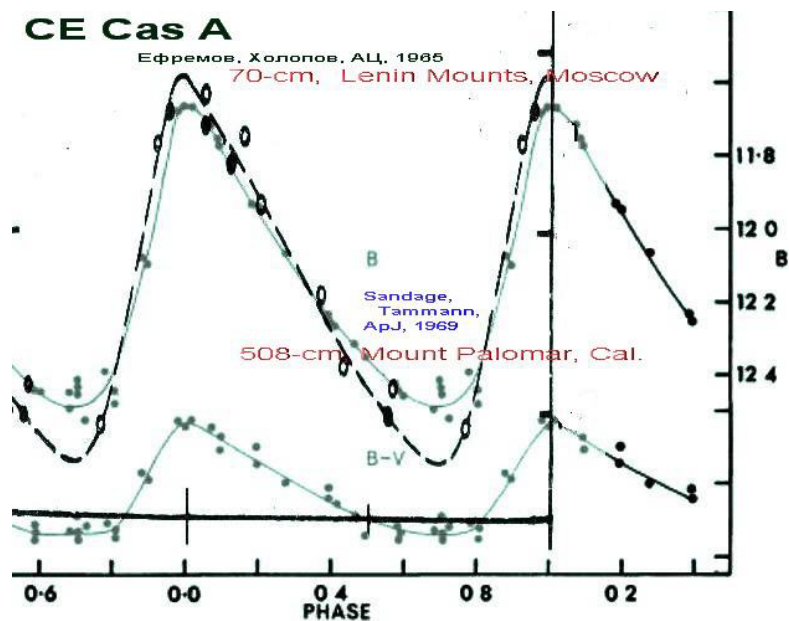


Рис. 4. Сравнение кривых блеска CE Cas A, полученных на 508-см рефлекторе Паломарской обсерватории (сплошные голубые линии) и на АЗТ-2 (штриховая черная линия)

Ю.Н. вспоминал: "По выходу в свет всех пяти томов известной некогда монографии о переменных звездах [где была воспроизведена и работа о CE Кассиопеи] Б.В. Кукаркин пришел к нам с П.Н. Холоповым посоветоваться – он хотел выдвинуть ее на Государственную премию. Я был достаточно глуп, чтобы его отговорить..."

Зависимость период-возраст и эволюционная изменяемость периодов цефеид "Всякому уважающему себя естествоиспытателю надлежит за свою ученую карьеру открыть в природе по крайней мере одну линейную зависимость". Молва приписывает эту максиму Юрию Николаевичу. Хрестоматийный образец – великий Хаббл с его знаменитым линейным законом лучевая скорость-расстояние для разбегающихся галактик. При этом принято восхищаться научной смелостью и проницательностью Хаббла: как мог он распознать сильно зашумленную закономерность в случайной, казалось бы, на первый взгляд, россыпи точек на эмпирической диаграмме лучевая скорость-расстояние; да и точек-то у него было всего 22; явно маловато для надежной статистики.

В 1964 г. Ю.Н. нашел линейную (в дважды логарифмическом масштабе) связь между периодом пульсаций и возрастом цефеид. Сейчас, когда теория звездной эволюции достаточно развита и блестяще согласуется с наблюдениями звезд и звездных скоплений, наличие такой связи кажется совершенно очевидным. Действительно, эволюционные треки звезд спектрального класса В (а именно они являются "прародителями" цефеид) пересекают полосу нестабильности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела на разных уровнях светимости: чем массивнее звезда-прародитель, тем больше ее светимость на стадии цефеид, и одновременно больше период пульсаций. В свою очередь, время жизни звезд на главной последовательности уменьшается с ростом их массы, поэтому массивные звезды в среднем являются более молодыми.

На первой диаграмме период-возраст, построенной Ю.Н. по данным о возрастах рассеянных скоплений, содержащих цефеиды (а возраст скопления можно оценить, например, по цвету и блеску самых ярких звезд главной последовательности), было всего 12 цефеид. Но позднее – в конце 1970-х гг. – результат полностью подтвердился, когда Ю.Н. использовал уверенные данные уже о 64 цефеидах Млечного Пути, Туманности Андромеды, Большого и Малого Магеллановых Облаков. Ю.Н. показал, что с увеличением периода пульсаций возраст цефеиды уменьшается. Согласно этой зависимости, возраст всех цефеид заключен в пределах 30-100 миллионов лет. Если учесть, что возраст самых старых звезды диска Галактики составляет примерно 10 миллиардов лет, то становится ясно, что цефеиды – очень молодые астрономические объекты.

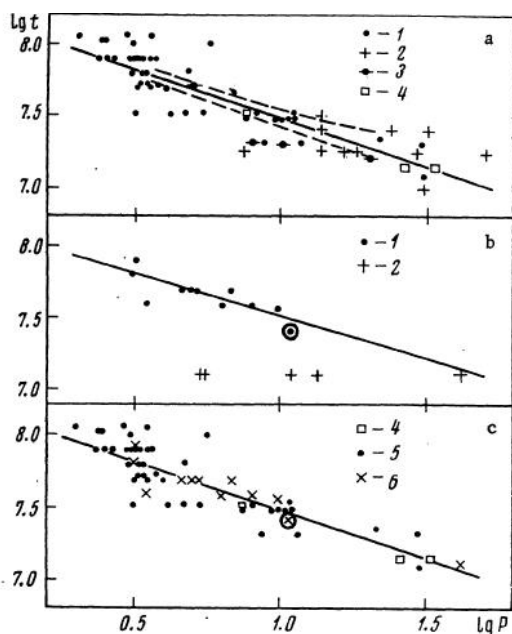


FIG. 6. The period–age relation. a) The Magellanic Clouds and M31: (1) clusters, (2) associations, (3) Cepheids whose period is estimated from the period–luminosity relation, (4) M31; b) the Galaxy: (1) clusters, (2) associations; c) the composite relation: (4) M31, (5) Magellanic Clouds, (6) Galaxy. The line corresponds to Eq. (4); see the text.

Рис. 5. Зависимость период–возраст для цефеид (Ефремов, 1964–2003). По оси ординат логарифм возраста скоплений, содержащих цефеиды; по оси абсцисс логарифм периода (выраженного в сутках)

Как и всякая надежно установленная эмпирическая закономерность, отражающая реальные закономерности и полностью соответствующая современной теории звездной эволюции, выведенная Ю.Н. зависимость период–возраст имеет самостоятельную ценность. Она позволяет оценивать возрасты одиночных цефеид, и с привлечением данных об их пространственном распределении в галактиках изучать историю звездообразования. Наряду с рассеянными скоплениями цефеиды, таким образом, являются уникальными объектами, задающими временную шкалу событий в галактиках. В частности, Ю.Н. обнаружил, что поперек спиральных рукавов Галактики периоды цефеид систематически меняются: другими словами, это означает наличие градиента возрастов, т.е. стратификацию звезд разного возраста. Если трактовать спиральные рукава как волновые образования, направление градиента возрастов (от внутренней кромки рукава к внешней или наоборот) может дать нам информацию о разности скоростей вращения всего спирального узора и диска Галактики. Та кромка спирального рукава, где периоды цефеид больше (а цефеиды, соответственно, моложе), "набегает" на газо-пылевой слой, и в результате ударная волна стимулирует массовое рождение звезд, включая массивные цефеиды, вблизи этой кромки рукава. Отметим, что надежные данные о градиенте возрастов исключительно важны для теории спиральной структуры, где ставится вопрос о положении области коротации (синхронного вращения диска Галактики и спирального узора). По-видимому, зона коротации должна располагаться между областями рукавов с противоположным направлением градиента возрастов звезд.

Ю.Н. указывал, что "цефеиды дают уникальную возможность увидеть воочию эволюционные изменения характеристик звезд" и проверить выводы теории звездной эволюции. Речь идет здесь, конечно, о "нормальной" эволюции звезды в расцвете ее жизненных сил; а взрывы Сверхновых звезд тоже результат эволюции, но это ее итог и конец жизненного пути. Период цефеиды медленно меняется, когда ее эволюционный трек пересекает так наз. "полосу нестабильности" на диаграмме ГР, населенную преимущественно пульсирующими звездами. Замечательно, что этот эффект удастся напрямую обнаружить по высокоточным измерениям блеска даже на сравнительно коротком по астрономическим меркам промежутке времени, за десятилетия. Это и было сделано Л.Н. Бердниковым, получившим огромный массив собственных наблюдений многих сотен цефеид, и дополнившим его "историческими" кривыми блеска, построенными на основе фотографических наблюдений на астрономических инструментах разных стран. Важную роль в этом исследовании сыграли фотопластинки Гарвардской обсерватории США, благодаря которым для ряда цефеид удалось проследить за изменениями периодов пульсаций на протяжении полутора веков!

Не цефеида, а рентгеновский прогрев

В 1971 г., на самой заре рентгеновской астрономии, с борта первого специализированного орбитального рентгеновского аппарата Uhuru (что на языке суахили значит "свобода") был открыт ныне знаменитый рентгеновский источник Her X-1 (в созвездии Геркулеса). Это был рентгеновский пульсар с периодом 1.24 секунды; у него имелся еще и более продолжительный период 1.7 дня. В следующем 1972 г. в ГАИШ источник Her X-1 отождествили с неправильной (какой она считалась) оптической переменной звездой HZ Her. Слово "отождествление" не надо понимать буквально в том смысле, что оптическая звезда это и есть рентгеновский источник. И.С. Шкловский сразу сказал Юрию Николаевичу, что раз эта звезда классифицируется как неправильная переменная, она не может быть рентгеновским источником.

Ю.Н. вспоминает: "Это ведь он [И.С.] "виноват" в том, что Николай Ефимович Курочкин, а не я, оценил переменность HZ Her на наших пластинках. Мне казалось, что не стоит оценивать блеск звезды, которая не может быть рентгеновским источником. Однако Коля [Курочкин] принес мне кривую блеска, которую он построил с периодом Her X-1, со словами – смотрите, это цефеида. Построение сводной кривой с рентгеновским периодом доказало правильность отождествления! Вроде бы и впрямь характерная кривая цефеиды с более крутой восходящей ветвью – но я сразу сказал Курочкину, что это рентгеновский нагрев оптического компонента горячим спутником. Он настаивал – типичная цефеида".

Известно, что Ю.Н. очень любит цефеиды, здесь он классик и корифей. Но любовь любовью, а истина дороже. Он верно угадал, что рентгеновский источник Her X-1 и HZ Her – это не одна звезда, а две. Они составляют тесную двойную звездную систему, одним компонентом которой является рентгеновский пульсар, а другим – оптическая звезда. Общий для рентгена и оптики период источника – это орбитальный период двойной системы. Оптическая звезда – не цефеида, потому что ее периодическая переменность возникает из-за того, что обращенная к пульсару сторона звезды нагревается его рентгеновским излучением и потому светит ярче, чем холодная противоположная сторона.

А тогдашний спор Ю.Н. и Николая Ефимовича быстро разрешил в пользу Ю.Н. А.М. Черепашук, эксперт по тесным двойным звездам. В результате горячих коллективных обсуждений, в которых участвовали также выдающиеся теоретики Р.А. Сюняев и Н.И. Шакура, родилась совместная работа 1972-го г., ставшая вскоре классической.

Звездные комплексы

В различных спиральных галактиках – и близких, и весьма удаленных – давно уже были замечены гигантские звездные облака, выстраивающиеся вдоль спиральных рукавов. Их было принято считать случайными конгломератами звезд, никак не связанных друг с другом, то есть чем-то вроде созвездий на ночном небе. Поэтому ими никто глубоко не интересовался до середины 1970-х годов, когда Ю.Н. доказал – вопреки общему мнению – что на самом деле звездные облака являются реальными физическими системами. В них имеются и отдельные звезды, и звездные скопления, и ассоциации, объединенные общим происхождением и общей судьбой. По предложению Ю.Н., эти сложные газо-звездные структуры стали теперь называть звездными комплексами. Звездные комплексы – весьма распространенные, можно сказать, универсальные по своим наблюдаемым свойствам объекты Вселенной. Они имеются в немалом числе и в нашем Млечном Пути, и в Туманности Андромеды, и в большинстве галактик, обладающих спиральным узором.

Звездные комплексы в Галактике были первоначально обнаружены по данным о цефеидах, любимых звездах Ю.Н. Здесь ему пригодились в первую очередь сведения о пространственном распределении цефеид. Благодаря зависимости период-светимость Ю.Н. достаточно уверенно определил расстояния до комплексов и их действительные размеры. Оказалось, что в поперечнике они достигают примерно одного килопарсека. А открытая им ранее зависимость период-возраст помогла установить, что типичный возраст комплексов составляет примерно 100 миллионов лет, так что они представляют собой сравнительно молодые объекты, возникающие в процессе коллективного звездообразования, охватывающего объем пространства с характерным размером порядка одного килопарсека. В действительности, это самые крупные области звездообразования во Вселенной, в которых формирующиеся и эволюционирующие звезды оказываются генетически связанными.

Концепция звездных комплексов как наибольшей и универсальной ячейки звездообразования получила к настоящему времени широкое международное признание и нашла дальнейшее развитие в работах ведущих астрономов и астрофизиков разных стран. Среди тех, кто активно ее разрабатывает –

американский теоретик Брюс Элмегрин; его особенно заинтересовал космогонический аспект концепции. Ключевой пункт его теории – гравитационная неустойчивость гигантских газовых облаков с массами до 10 миллионов солнечных. Такие облака действительно наблюдаются в газовых дисках некоторых галактик. В космогонической картине Элмегрин они служат исходным материалом для образования звездных комплексов. По мысли Ю.Н. Ефремова и Б. Элмегрин, особая роль в этом процессе принадлежит турбулентности: крупномасштабные вихри удерживают облако от свободного коллапса, а сверхзвуковые вихри меньших масштабов стимулируют в нем быстрое и эффективное коллективное звездообразование.

На этом пути возникает множество новых интереснейших наблюдательных и теоретических задач. Например, предметом астрономических исследований становится гидродинамический феномен перемежаемости, то есть чередования ячеек ламинарных и турбулентных течений в газо-пылевом облаке - протокомплексе. Не исключено, что именно с этим нелинейным (и все еще слабо изученным в физике) свойством турбулентности связаны различия в темпах звездообразования в разных частях облака на разных этапах его эволюции.

Как заметил Ю.Н., иногда комплексы располагаются вдоль спирального рукава галактики в виде цепочки с почти одинаковыми расстояниями между комплексами – и самый яркий такой случай он обнаружил в 2008 г. в одном из рукавов галактики Андромеды. Интересно, что именно в этом рукаве наблюдается регулярное вдоль рукава магнитное поле. Возникло естественное предположение, что за такую структуру ответственна магнито-гравитационная неустойчивость, развивающаяся вдоль рукава. Однако сильная спиральная ударная волна способна разрушить регулярность поля вероятно, стимулированное такой волной активное звездообразование ведет к появлению многих областей HII, "запутывающих" поле. В статье, опубликованной в 2010 г. в Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Ю.Н. отмечает, что такая картина наблюдается именно в том отрезке рукава M31, где он еще в 1975 г. обнаружил градиент возраста цефеид (а позднее и вообще звезд высокой светимости) поперек рукава – феномен, предсказанный теорией рукавов как волн плотности. В таких участках рукава регулярных цепочек комплексов быть не должно, что и показали наблюдения.

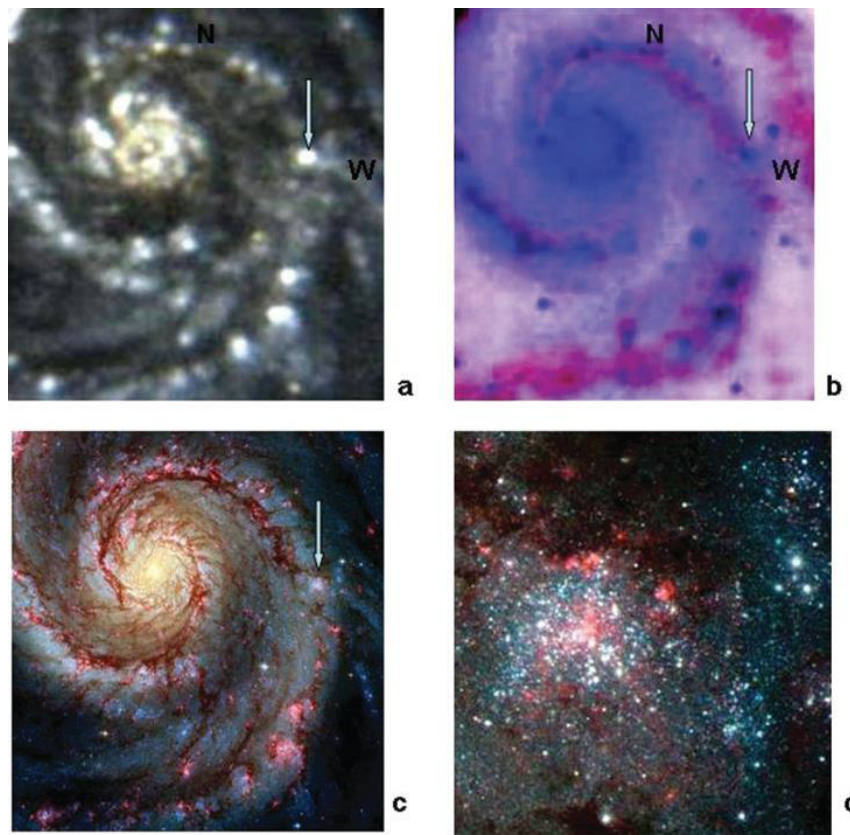
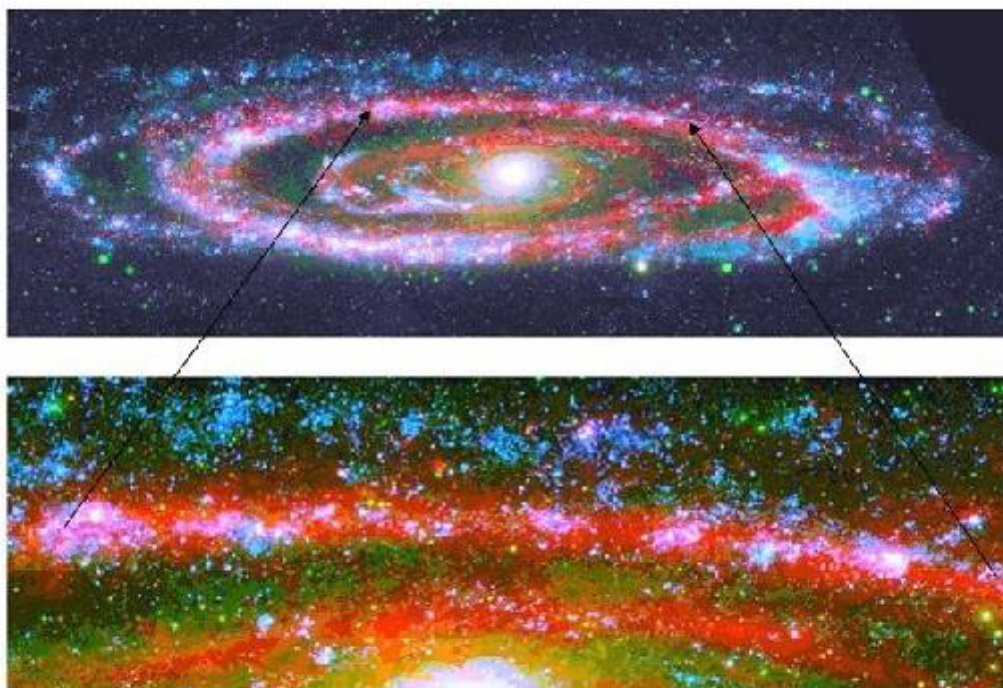


Рис. 6. Яркий звездный комплекс в спиральной галактике M51 ("Водоворот"). Слева на снимке с низким разрешением (указан стрелкой), справа – изображение с телескопа им.Хаббла. Справа от комплекса видны группы компактных звездных скоплений



GALEX (UV) + Spitzer (far IR)

Рис. 7. Регулярная цепочка звездных комплексов в одном из рукавов галактики Андромеды. Синим цветом окрашены молодые звезды (изображение в ультрафиолетовом диапазоне), красным (изображение в ИК-диапазоне) – теплая пыль, соответствующая распределению нейтрального водорода

В защиту науки

"Агрессивная лженаука наступает. Масштабы явления растут с каждым годом, это уже не отдельные сочинения отдельных фантазеров, это системные учения, хорошо организованные, имеющие свои "академии" и регулярные конференции, зачастую получающие государственную поддержку" – это цитата из недавней статьи Ю.Н. в защиту науки и против лженауки. Ю.Н. говорит о себе: непримирим к врагам науки. На его счету в этой борьбе – разоблачение "новой хронологии" академика-математика А.Т. Фоменко. От этой лже-хронологии, якобы основанной на астрономических данных, после работ Ю.Н. с соавторами не осталось камня на камне. Им в работах с Е.Д. Павловской и А.К. Дамбисом была реализована идея, выдвинутая Ю.А. Завенягиным еще в 1980-х годах: используя современные данные о собственных движениях звезд (скоростях и направлениях их медленных перемещений по небесной сфере) найти дату того их взаимного положения, которое максимально близко к положениям, приведенным в "Альмагесте" Клавдия Птолемея. Сразу же стало ясно, что датировать каталог X веком, как это сделал Фоменко, абсолютно невозможно; а в 2000 г. А.К. Дамбис и Ю.Н. Ефремов доказали, что координаты большинства звезд были определены в эпоху Гиппарха. Так была решена проблема, которую астрономы и историки обсуждали веками. Остается, однако, загадкой, почему Птолемей прямо не сослался на своего предшественника.

Ю.Н. – один из самых непримиримых ученых, членов известной Комиссии РАН по борьбе с лженаукой. Дело не ограничивается старым казусом А.К. Фоменко или новыми аферами "выдающегося нанотехнолога" В.И. Петрика. Речь идет о ключевых вопросах – о жизни и судьбе отечественной науки и, следовательно, как подчеркивал Ю.Н., о судьбе нашей страны. Ограничимся здесь несколькими краткими отрывками из публицистики Ефремова.

"...давно уже в России государство наукой интересуется, лишь когда она обещает немедленную пользу (на чем и играют лжеученые). Но плоды науки медленно зреют – а их семена порождает фундаментальная наука, – та самая, финансирование которой, по мнению некоторых наших парламентариев, равносильно

отапливанию атмосферы. У нас, впервые в мировой истории, класс ученых стал в ряды наименее оплачиваемых пролетариев!" И, наконец: "Стране, которая не кормит свою науку, может быть, придется кормить чужую армию" ("Уроки 1941 года". Бюллетень "В защиту науки", 9, с. 60, М., Наука, 2011).

Астрономия как лидер естествознания

Вернемся, однако, к астрономии. Она почти уже сравнялась с физикой – не только по грандиозности используемых в астрономии инструментов, но прежде всего по глубине, масштабу и фундаментальности ее нынешних проблем. Астрономия XXI века – это разветвленная наука, охватывающая все, что мы видим на небе, от метеоров и комет до галактик, квазаров и Вселенной как целого. Особенно впечатляющи недавние успехи астрономов в наблюдательной космологии; это открытие темной материи и темной энергии вакуума, на которые приходится 95% всей плотности массы-энергии видимой Вселенной. Природа и микроскопическая структура этих новых форм космической энергии – самая острая проблема современной физики и астрономии.

Замечена почти линейная эмпирическая зависимость: чем тяжелее астрономический объект, тем непонятней его физическая природа. У физиков наоборот – больше всего загадок с минимальными массами и расстояниями (как давно уже известно, легчайшие из лептонов неисчерпаемы). В наши дни все самое сложное в астрономии приходит в теснейшее объединение с самым сложным в физике: Вселенная как целое и элементарные частицы становятся единым предметом изучения в невиданной ранее области естествознания, сверхнауке будущего, у которой нет еще общепринятого названия, хотя ее часто называют космомикрорфизикой. Какова здесь роль астрономов, каков их доленой вклад в это предприятие? К началу нового века они "доказали, что физика занималась лишь несколькими процентами содержания Вселенной, – и они же дали уникальные ограничения на природу темной материи и плотность вакуума, чего физика, а точнее, негравитационная физика, в принципе бессильна сделать Кто может теперь усомниться, что астрономия снова, как во времена Галилея и Ньютона, становится лидером естествознания?" ("В глубь Вселенной").

P.S.: Ознакомившись с этим текстом, Ю.Н. заметил авторам: «Вам здесь более всего удалась цитата из меня.»

Публикации Ю.Н. Ефремова

Книги и обзоры

1. Самусь Н.Н., Ефремов Ю.Н., Звездные скопления. В сб. Итоги науки и техники. Серия Астрономия. Т.27, М.: ВИНТИ, 1985 <Ефремов – Рассеянные скопления>
2. Ефремов Ю. Н., Очаги звездообразования в галактиках: Звезд. комплексы и спиральные рукава. М.: Наука, 1989.
3. Ю.Н. Ефремов, В.И. Корчагин, Л.С. Марочник, А.А. Сучков, Современные представления о природе спиральной структуры галактик. УФН **157** 599–629 (1989) [Yu.N. Efremov, V.I. Korchagin, L.S. Marochnik, A.A. Suchkov, The modern view of the nature of the spiral structure of galaxies. PHYSICS-USPEKHI **32** 310–327 (1989)]
4. Ю.Н. Ефремов, А.Д. Чернин, [Крупномасштабное звездообразование в галактиках](#). УФН **173** 3–25 (2003)[Efremov, YN; Chernin, AD, Large-scale star formation in galaxies. PHYSICS-USPEKHI 46(1), 1-20 (2003)]

Избранные научные статьи

1. ZAITSEVA, G.V.; LYUTYI, V.M.; EFREMOV, YU.N..
CYCLES OF ACTIVITY IN RUCAMELOPARDALIS AND AN EVOLUTIONARY INTERPRETATION OF ITS PHOTOMETRIC BEHAVIOR
SOVIET ASTRONOMY 16(5), 856 (1973)
2. EFREMOV, YU.N.; NOVIKOV, S.B.; SHCHEGLOV, P.V..
PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF GROUND-BASED OPTICAL ASTRONOMY
SOVIET PHYSICS - USPEKHI 18(2), 151 (1976)
3. EFREMOV, YN.
PERIOD-AGE RELATION FOR CEPHEIDS
ASTRONOMICHESKII ZHURNAL 55(2), 272 (1978) [SOVIET ASTRONOMY 22(2), 161 (1978)]
4. EFREMOV, YU.N..
STAR COMPLEXES
PIS'MA V ASTRONOMICHESKII ZHURNAL 4(3), 125 (1978)
5. EFREMOV, YU.N..
ON THE NATURE OF STAR COMPLEXES
PIS'MA V ASTRONOMICHESKII ZHURNAL 5(1), 21 (1979)
6. EFREMOV, YN; NIKOLOV, NS.
INTRINSIC COLORS OF CEPHEIDS
ASTROPHYSICS AND SPACE SCIENCE 63(1), 193 (1979)
7. EFREMOV, YU.N..
CEPHEIDS AND STRUCTURE OF THE SPIRAL ARM IN THE ANDROMEDA NEBULA
PIS'MA V ASTRONOMICHESKII ZHURNAL 6(5), 275 (1980)
8. EFREMOV, YU.N..
CEPHEIDS, GAS AND STAR COMPLEXES IN THE ANDROMEDA GALAXY
PIS'MA V ASTRONOMICHESKII ZHURNAL 6(6), 333 (1980)
9. EFREMOV, YN; IVANOV, GR; NIKOLOV, NS.
CEPHEID SPACE DISTRIBUTION AND THE STRUCTURE OF THE GALAXY
ASTROPHYSICS AND SPACE SCIENCE 75(2), 407-421 (1981)
10. EFREMOV, YN.
THE STRUCTURE OF SPIRAL ARM S6 IN THE ANDROMEDA NEBULA
SOVIET ASTRONOMY LETTERS 8(3), 184-188 (1982)
11. EFREMOV, YN.
THE AGE AND DIMENSIONS OF STAR COMPLEXES
SOVIET ASTRONOMY LETTERS 8(6), 357-361 (1982) EFREMOV, YN.
STAR COMPLEXES IN THE ANDROMEDA NEBULA
SOVIET ASTRONOMY LETTERS 8(5), 314-318 (1982)
12. EFREMOV, YN; PAVLOVSKAYA, ED.
PECULIARITIES OF THE CEPHEID DISTRIBUTION IN THE LARGE MAGELLANIC CLOUD
SOVIET ASTRONOMY LETTERS 8(1), 4-7 (1982)
13. EFREMOV, YN; IVANOV, GR.
THE GRADIENT OF THE BRIGHTEST STAR AGE AND DENSITY ACROSS THE SPIRAL ARM-S4 IN THE ANDROMEDA GALAXY
ASTROPHYSICS AND SPACE SCIENCE 86(1), 117-+ (1982)
14. EFREMOV, YN.
CEPHEIDS AND SPIRAL STRUCTURE
SOVIET ASTRONOMY LETTERS 9(1), 51-55 (1983)

15. EFREMOV, YN.
CORRECTION
SOVIET ASTRONOMY LETTERS 10(1), 65-65 (1984)
16. EFREMOV, YN.
STAR COMPLEXES
VESTNIK AKADEMII NAUK SSSR (12), 56-66 (1984)
17. EFREMOV, YN.
STRUCTURE ACROSS M31 ARM S4
SOVIET ASTRONOMY LETTERS 11(2), 69-72 (1985)
18. EFREMOV, YU.N.; KARACHENTSEV, I.D.; KARACHENTSEVA, V.E..
THE RESOLUTION OF STAR-LIKE OBJECTS IN THE ARP RING AROUND M81
PIS'MA V ASTRONOMICHESKII ZHURNAL 12(6), 434 (1986)
19. EFREMOV, YN; KARACHENTSEV, ID; KARACHENTSEVA, VE.
ARPS M81 RING RESOLVED INTO STARLIKE OBJECTS
SOVIET ASTRONOMY LETTERS 12(3), 181-183 (1986)
20. EFREMOV, YN; IVANOV, GR.
THE LUMINOSITY OF RED SUPERGIANTS IN THE ANDROMEDA GALAXY
ASTROPHYSICS AND SPACE SCIENCE 129(1), 39-43 (1987)
21. EFREMOV, YN; IVANOV, GR; NIKOLOV, NS.
STAR COMPLEXES AND ASSOCIATIONS IN THE ANDROMEDA GALAXY
ASTROPHYSICS AND SPACE SCIENCE 135(1), 119-130 (1987)
22. EFREMOV, YN; SITNIK, TG.
YOUNG GALACTIC STAR GAS COMPLEXES
SOVIET ASTRONOMY LETTERS 14(5), 347-352 (1988) [PIS'MA V ASTRONOMICHESKII ZHURNAL 14(9), 817 (1988)]
23. BERDNIKOV, LN; EFREMOV, YN.
THE GROUPINGS OF THE CEPHEIDS IN THE GALAXY
ASTRONOMICHESKII ZHURNAL 66(3), 537-547 (1989)
24. EFREMOV, YN.
THE LMC STAR CLUSTER CONTAINING SN 1987A
SOVIET ASTRONOMY LETTERS 17(3), 173-175 (1991) [PIS'MA V ASTRONOMICHESKII ZHURNAL 17(5), 404 (1991)]
25. IVANOV, GR; POPRAVKO, G; EFREMOV, YN; TICHONOV, NA; KARACHENTSEV, ID.
STELLAR ASSOCIATIONS AND AGGREGATES IN NGC 628
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS SUPPLEMENT SERIES 96(3), 645-652 (1992)
26. CHERNIN, AD; EFREMOV, YN.
STAR COMPLEXES AND A SCENARIO FOR THE EVOLUTION OF SPIRAL GALAXIES
ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN 314(1), 7-8 (1993)
27. BERDNIKOV, LN; EFREMOV, YN.
CONTOURS OF CONSTANT DENSITY AND Z-HEIGHT FOR CEPHEIDS
ASTRONOMY LETTERS-A JOURNAL OF ASTRONOMY AND SPACE ASTROPHYSICS 19(5), 389-394 (1993)
28. CHERNIN, AD; EFREMOV, YN.
VIOLENT STAR-FORMATION IN UNSEEN GALAXIES
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 270(2), 235-237 (1994)
29. MELNIK, AM; EFREMOV, YN.
A NEW LIST OF OB ASSOCIATIONS IN OUR GALAXY
ASTRONOMY LETTERS-A JOURNAL OF ASTRONOMY AND SPACE ASTROPHYSICS 21(1), 10-26 (1995)
30. EFREMOV, YN; CHERNIN, AD.
STAR COMPLEXES AND THEIR ROTATION
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS 293(1), 69-74 (1995)

31. CHERNIN, AD; EFREMOV, YN; VOINOVICH, PA.
SUPERASSOCIATIONS - VIOLENT STAR-FORMATION INDUCED BY SHOCK-SHOCK COLLISIONS
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 275(2), 313-326 (1995)
32. CHERNIN, AD; EFREMOV, YN.
ROTATION OF GIANT MOLECULAR CLOUDS AND HYDRODYNAMIC EFFECTS IN THE GALACTIC DISC
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 275(2), 209-216 (1995)
33. EFREMOV, YN.
STAR COMPLEXES AND ASSOCIATIONS: FUNDAMENTAL AND ELEMENTARY CELLS OF STAR FORMATION
ASTRONOMICAL JOURNAL 110(6), 2757-+ (1995)
34. ELMEGREEN, BG; EFREMOV, YN.
AN EXTENSION OF HIERARCHICAL STAR FORMATION TO GALACTIC SCALES
ASTROPHYSICAL JOURNAL 466(2), 802-807 (1996)
35. BATTINELLI, P; EFREMOV, Y; MAGNIER, EA.
AN OBJECTIVE DETERMINATION OF BLUE STAR GROUPINGS IN THE ANDROMEDA GALAXY
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS 314(1), 51-58 (1996)
36. EFREMOV, YN; SCHILBACH, E; ZINNECKER, H.
THE HIPPARCOS DISTANCES OF OPEN CLUSTERS AND THEIR IMPLICATION ON THE LOCAL VARIATIONS OF
THE DELTA Y/DELTA Z RATIO
ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN 318(6), 335-338 (1997)
37. EFREMOV, YN.
SOME OBJECTIVES OF THE WIDE FIELD SPECTROSCOPY IN THE NEAREST GALAXIES
WIDE-FIELD SPECTROSCOPY 212, 145-151 (1997)
38. ELMEGREEN, BG; EFREMOV, YN.
A UNIVERSAL FORMATION MECHANISM FOR OPEN AND GLOBULAR CLUSTERS IN TURBULENT GAS
ASTROPHYSICAL JOURNAL 480(1), 235-245 (1997)
39. EFREMOV, YN.
ON THE CEPHEID-BASED EXTRAGALACTIC DISTANCE SCALE
ASTRONOMY REPORTS 41(3), 281-283 (1997)
40. EFREMOV, YN.
CONCENTRATION OF CEPHEIDS AND OPEN CLUSTERS IN THE SPIRAL ARMS OF THE GALAXY
ASTRONOMY LETTERS-A JOURNAL OF ASTRONOMY AND SPACE ASTROPHYSICS 23(5), 579-584 (1997)
41. EFREMOV, YU.N..
THE CAR-SGR ARM AS OUTLINED BY SUPERCLOUDS AND THE GRAND DESIGN OF THE GALAXY
ASTRONOMICAL AND ASTROPHYSICAL TRANSACTIONS 15(1-4), 3 (1998)
42. EFREMOV, YN; ELMEGREEN, BG; HODGE, PW.
GIANT SHELLS AND STELLAR ARCS AS RELICS OF GAMMA-RAY BURST EXPLOSIONS
ASTROPHYSICAL JOURNAL 501(2), L163-L165 (1998)
43. MEL'NIK, AM; SITNIK, TG; DAMBIS, AK; EFREMOV, YN; RASTORGUEV, AS.
KINEMATIC EVIDENCE FOR THE WAVE NATURE OF THE CARINA-SAGITTARIUS ARM
ASTRONOMY LETTERS-A JOURNAL OF ASTRONOMY AND SPACE ASTROPHYSICS 24(5), 594-602 (1998)
44. EFREMOV, YN; ELMEGREEN, BG.
HIERARCHICAL STAR FORMATION FROM THE TIME-SPACE DISTRIBUTION OF STAR CLUSTERS IN THE
LARGE MAGELLANIC CLOUD
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 299(2), 588-594 (1998)
45. EFREMOV, YN; ELMEGREEN, BG.
TRIGGERED STAR FORMATION IN THE LMC4 CONSTELLATION III REGION OF THE LARGE MAGELLANIC
CLOUD
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 299(3), 643-652 (1998)

46. EFREMOV, YN.
STELLAR ARCS AND GAMMA-RAY BURSTS
ASTRONOMY LETTERS-A JOURNAL OF ASTRONOMY AND SPACE ASTROPHYSICS 25(2), 74-79 (1999)
47. EFREMOV, YN.
INDUCED STAR FORMATION AND THE ORIGIN OF GAMMA-RAY BURSTS
ASTRONOMY REPORTS 43(5), 284-287 (1999)
48. BATTINELLI, P; EFREMOV, YN.
A COMPARATIVE STUDY OF THE SPATIAL DISTRIBUTIONS OF CEPHEIDS AND STAR CLUSTERS IN THE LARGE
MAGELLANIC CLOUD
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS 346(3), 778-784 (1999)
49. EFREMOV, YN; EHLEROVA, S; PALOUS, J.
GAMMA RAY BURSTS VERSUS OB ASSOCIATIONS: DO THEY TRIGGER STAR FORMATION?
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS 350(2), 457-468 (1999)
50. ELMEGREEN, BG; EFREMOV, YN; LARSEN, S.
A YOUNG GLOBULAR CLUSTER IN THE GALAXY NGC 6946
ASTROPHYSICAL JOURNAL 535(2), 748-758 (2000)
51. EFREMOV, YN.
STAR FORMATION CENTERS IN GALAXIES
USPEKHI FIZICHESKIKH NAUK 170(8), 899-906 (2000)
52. EFREMOV, YN.
DENSE STAR CLUSTERS AS THE SOURCES OF GAMMA-RAY-BURST PROGENITORS
ASTRONOMY LETTERS-A JOURNAL OF ASTRONOMY AND SPACE ASTROPHYSICS 26(9), 558-564 (2000)
53. LARSEN, SS; BRODIE, JP; ELMEGREEN, BG; EFREMOV, YN; HODGE, PW; RICHTLER, T.
STRUCTURE AND MASS OF A YOUNG GLOBULAR CLUSTER IN NGC 6946
ASTROPHYSICAL JOURNAL 556(2), 801-812 (2001)
54. EFREMOV, YN.
ARC-SHAPED AND SPHEROIDAL STELLAR COMPLEXES
ASTRONOMY REPORTS 45(10), 769-783 (2001)
55. LARSEN, SS; EFREMOV, YN; ELMEGREEN, BG; ALFARO, EJ; BATTINELLI, P; HODGE, PW; RICHTLER, T.
HUBBLE SPACE TELESCOPE IMAGING OF A PECULIAR STELLAR COMPLEX IN NGC 6946
ASTROPHYSICAL JOURNAL 567(2), 896-914 (2002)
56. EFREMOV, YN; PUSTILNIK, SA; KNIAZEV, AY; ELMEGREEN, BG; LARSEN, SS; ALFARO, EJ; HODGE, PW;
PRAMSKY, AG; RICHTLER, T.
6-M TELESCOPE SPECTROSCOPIC OBSERVATIONS OF THE BUBBLE COMPLEX IN NGC 6946
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS 389(3), 855-870 (2002)
57. EFREMOV, YN.
THE NATURE OF PECULIAR STELLAR COMPLEXES
ASTRONOMY REPORTS 46(10), 791-804 (2002)
58. EFREMOV, YN.
CEPHEIDS IN LMC CLUSTERS AND THE PERIOD-AGE RELATION
ASTRONOMY REPORTS 47(12), 1000-1012 (2003)
59. EFREMOV, YN.
SUPERASSOCIATIONS AND STELLAR COMPLEXES IN GALAXIES
ASTROPHYSICS 47(2), 273-286 (2004)
60. BASTIAN, N; GIELES, M; EFREMOV, YN; LAMERS, HJGLM.
HIERARCHICAL STAR FORMATION IN M51: STAR/CLUSTER COMPLEXES
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS 443(1), 79-90 (2005)
61. BASTIAN, N; ERCOLANO, B; GIELES, M; ROSOLOWSKY, E; SCHEEPMAKER, RA; GUTERMUTH, R; EFREMOV,
Y.

- HIERARCHICAL STAR FORMATION IN M33: FUNDAMENTAL PROPERTIES OF THE STAR-FORMING REGIONS
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 379(4), 1302-1312 (2007)
62. EFREMOV, YN; AFANASIEV, VL; ALFARO, EJ; BOOMSMA, R; BASTIAN, N; LARSEN, S; SANCHEZ-GIL, MC;
SILCHENKO, OK; GARCIA-LORENZO, B; MUNOZ-TUNON, C; HODGE, PW.
IONIZED AND NEUTRAL GAS IN THE PECULIAR STAR/CLUSTER COMPLEX IN NGC 6946
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 382(2), 481-497 (2007)
63. BASTIAN, N; GIELES, M; GOODWIN, SP; TRANCHO, G; SMITH, LJ; KONSTANTOPOULOS, I; EFREMOV, Y.
THE EARLY EXPANSION OF CLUSTER CORES
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 389(1), 223-230 (2008)
64. EFREMOV, YN.
REGULARITIES IN THE DISTRIBUTION OF STAR/GAS COMPLEXES IN THE SPIRAL ARMS OF OUR GALAXY
AND M31
ASTRONOMY LETTERS-A JOURNAL OF ASTRONOMY AND SPACE ASTROPHYSICS 35(8), 507-517 (2009)
65. CHERNIN, AD; KARACHENTSEV, ID; TEERIKORPI, P; VALTONEN, MJ; BYRD, GG; EFREMOV, YN; DOLGACHEV,
VP; DOMOZHILOVA, LM; MAKAROV, DI.
DETECTION OF DARK ENERGY NEAR THE MILKY WAY WITH THE HUBBLE SPACE TELESCOPE
GRAVITATION & COSMOLOGY 16(1), 1-6 (2010)
66. EFREMOV, YN.
ON THE CHAINS OF STAR COMPLEXES AND SUPERCLOUDS IN SPIRAL ARMS
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 405(3), 1531-1543 (2010)
67. EFREMOV, YN.
ON THE SPIRAL STRUCTURE OF THE MILKY WAY GALAXY
ASTRONOMY REPORTS 55(2), 108-122 (2011)
68. EFREMOV, YN; AFANASIEV, VL; EGOROV, OV.
IONIZED GAS CHARACTERISTICS IN THE CAVITIES OF THE GAS AND DUST DISC OF THE SPIRAL GALAXY NGC
6946
ASTROPHYSICAL BULLETIN 66(3), 304-319 (2011)
69. LARSEN, SS; DE MINK, SE; ELDRIDGE, JJ; LANGER, N; BASTIAN, N; SETH, A; SMITH, LJ; BRODIE, J; EFREMOV,
YN.
RESOLVED PHOTOMETRY OF EXTRAGALACTIC YOUNG MASSIVE STAR CLUSTERS
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS 532, - (2011)
70. MIKHAILOV, EA; SOKOLOFF, DD; EFREMOV, YN.
STAR FORMATION RATE AND MAGNETIC FIELDS IN SPIRAL GALAXIES
ASTRONOMY LETTERS-A JOURNAL OF ASTRONOMY AND SPACE ASTROPHYSICS 38(9), 543-548 (2012)
71. EFREMOV, YN.
GIANT STELLAR ARCS IN THE LARGE MAGELLANIC CLOUD: A POSSIBLE LINK WITH PAST ACTIVITY OF THE
MILKY WAY NUCLEUS
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 429(1), L75-L78 (2013)
72. GUSEV, AS; EFREMOV, YN.
REGULAR CHAINS OF STAR FORMATION COMPLEXES IN SPIRAL ARMS OF NGC 628
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 434(1), 313-324 (2013)
73. ELMEGREEN, DM; ELMEGREEN, BG; ERROZ-FERRER, S; KNAPEN, JH; TEICH, Y; POPINCHALK, M;
ATHANASSOULA, E; BOSMA, A; COMERON, S; EFREMOV, YN; GADOTTI, DA; DE PAZ, AG; HINZ, JL; HO, LC;
HOLWERDA, B; KIM, T; LAINE, J; LAURIKAINEN, E; MENENDEZ-DELMESTRE, K; MIZUSAWA, T; MUNOZ-
MATEOS, JC; REGAN, MW; SALO, H; SEIBERT, M; SHETH, K.
EMBEDDED STAR FORMATION IN S(4)G GALAXY DUST LANES
ASTROPHYSICAL JOURNAL 780(1), - (2014)
74. EFREMOV, YU.N.;EFREMOV, E.YU..
TWO GIANT STELLAR COMPLEXES
ASTRONOMICAL AND ASTROPHYSICAL TRANSACTIONS 29(1), 57 (2015)

75. EFREMOV, YU.N..
STELLAR COMPLEXES IN SPIRAL ARMS OF GALAXIES
ASTRONOMICAL AND ASTROPHYSICAL TRANSACTIONS 29(1), 25 (2015)
76. GUSEV, AS; SAKHIBOV, F; EFREMOV, YN.
STAR FORMATION RATES AND THE KINEMATICS OF GAS IN THE SPIRAL ARMS OF NGC 628
ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN 336(4), 401-408 (2015)
77. DAMBIS, AK; BERDNIKOV, LN; EFREMOV, YN; KNIAZEV, AY; RASTORGUEV, AS; GLUSHKOVA, EV;
KRAVTSOV, VV; TURNER, DG; MAJAESS, DJ; SEFAKO, R.
CLASSICAL CEPHEIDS AND THE SPIRAL STRUCTURE OF THE MILKY WAY
ASTRONOMY LETTERS-A JOURNAL OF ASTRONOMY AND SPACE ASTROPHYSICS 41(9), 489-500 (2015)
78. EFREMOV, YN.
UNUSUAL OBJECTS IN THE SPIRAL GALAXY NGC 6946
BALTIC ASTRONOMY 25(4), 369-376 (2016)
79. GUSEV, A.S.; SAKHIBOV, F.KH.; PISKUNOV, A.E.; KHARCHENKO, N.V.; PIYUGIN, L.S.; EZHKOVA, O.V.;
KHRAMTSOVA, M.S.; GUSIYAKOVA, S.A.; BRUEVICH, V.V.; DODONOV, S.N.; LANG, V.; SHIMANOVSKAYA,
E.V.; EFREMOV, YU.N..
STUDY OF YOUNG STELLAR GROUPINGS IN H IOTA-IOTA REGIONS BASED ON THE SPECTRAL AND
PHOTOMETRIC DATA
ASTRONOMICAL AND ASTROPHYSICAL TRANSACTIONS 29(3), 293 (2016)
80. GUSEV, AS; SAKHIBOV, F; PISKUNOV, AE; KHARCHENKO, NV; BRUEVICH, VV; EZHKOVA, OV; GUSLYAKOVA,
SA; LANG, V; SHIMANOVSKAYA, EV; EFREMOV, YN.
A SPECTRAL AND PHOTOMETRIC STUDY OF 102 STAR-FORMING REGIONS IN SEVEN SPIRAL GALAXIES
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 457(3), 3334-3355 (2016)
81. EFREMOV, YN; MOISEEV, AV.
IMAGING AND SPECTROSCOPIC OBSERVATIONS OF A STRANGE ELLIPTICAL BUBBLE IN THE NORTHERN
ARM OF THE SPIRAL GALAXY NGC 6946
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY 461(3), 2993-3000 (2016)
82. ELMEGREEN, BG; ELMEGREEN, DM; EFREMOV, YN.
REGULARLY SPACED INFRARED PEAKS IN THE DUSTY SPIRALS OF MESSIER 100
ASTROPHYSICAL JOURNAL 863(1), - (2018)

[Препринты в arXiv](#)

Популяризация

Ю.Н. Ефремов. В глубины Вселенной. М.: Наука, 200 с. 1973 (последующие издания: М.: Наука, 1977; 1984 г; М.: Мир/ Leipzig Teubner, 1990; М.: URSS, 2009).

Юрий Ефремов, Переменные звёзды. Серия: Новое в жизни, науке, технике. Космонавтика, астрономия (№1, 1975 г). М.: Знание, 1975

Ю.Н. Ефремов, Звездные скопления, М.: Знание, 1980

Ю.Н. Ефремов, Новый взгляд на Галактику, М.: Знание, 1989

EFREMOV, YN.
THE 1ST RUSSIAN ASTRONOMER - STRUVE, V.Y., 200TH BIRTHDAY
VESTNIK ROSSIISKOI AKADEMII NAUK 63(4), 332-339 (1993)

Ефремов, Ю. Н., Завенягин, Ю. А., О так называемой «новой хронологии» А.Т. Фоменко // Вестник РАН, 69, 1081—1092, 1999

Дамбис, А. К., Ефремов Ю. Н. Датировка звездного каталога Птолемея по собственным движениям: тысячелетняя проблема решена // Историко-астрономические исследования, т. 26, 6-25, 2001

Ю.Н. Ефремов, [Пределы научного знания. По мотивам заключительных глав четвертого издания книги автора "Вглубь вселенной"](#). М. УРСС, 2003

Ю.Н. Ефремов, [В защиту научной рациональности](#) . Журнал Здравый смысл, № 1 (30), с. 4-10, зима 2003/2004

Ю.Н. Ефремов, Звездные острова. Галактики звезд и Вселенная галактик. М.: Век 2, 2005

Ю.Н. Ефремов, Млечный путь. Серия: Наука сегодня, Фрязино, 2006

Ю.Н. Ефремов, [Уроки 1941 года \(фрагменты мозаики\)](#) Бюллетень «В защиту науки», № 9, 2011

Ю.Н. Ефремов, [Величайшая загадка Вселенной](#) Материалы мини-симпозиума по проблеме SETI, СПб, июнь 2011

Ю.Н. Ефремов, Пределы научного знания // Бюллетень РАН «В защиту науки», № 13-14, с. 231-256, 2014

Ю.Н. Ефремов, Конец «новой хронологии» // Бюллетень РАН «В защиту науки», № 15, с. 50-62, 2015

[Текст](#) Ю.Н. Ефремова на сайте журнала «Наука и жизнь»