

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»
Политехнический колледж

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной работе

В.М. Куприенко

« 11 » 2018 г.



Методическая разработка

Для студентов всех специальностей

«Астрономия»

Тема: «Астрономическая картина мира»

Одобрено предметной (цикловой комиссией) математики, информатики и информационных технологий

Председатель цикловой комиссии
 Н.А. Тумасян

Протокол № 10 от 15.06 2018 г.

Составлено на основе ФГОС СПО и учебного плана МГТУ по специальности 33.02.01 Фармация

Зам. директора по учебной работе
 В.М. Куприенко

« 15 » 06 2018 г

Разработчики:

Родионова Т.К.
МГТУ



(подпись)

- преподаватель политехнического колледжа

Астрономическая картина мира.

На протяжении веков человек стремился разгадать тайну великого мирового «порядка» Вселенной, которую древнегреческие философы и называли Космосом (в переводе с греческого - «порядок», «красота»), в отличие от Хаоса, предшествовавшего, как они считали, появлению Космоса.

Первые, дошедшие до нас естественнонаучные представления об окружающей нас Вселенной сформулировали древнегреческие философы в 7-5 вв. до н. э. Их натурфилософские учения, опирались на накопленные ранее астрономические знания египтян, шумеров, вавилонян, арийцев, но отличались существенной ролью объясняющих гипотез, стремлением проникнуть в скрытый механизм явлений.

Наблюдение круглых дисков Солнца, Луны, закругленной линии горизонта, а так же границы тени Земли, наползающей на луну при ее затмениях, правильная повторяемость дня и ночи, времен года, восходов и заходов светил - все это наводило на мысль, что в основе строения вселенной лежит принцип круговых форм и движений, «цикличности» и равномерности изменений. Но вплоть до 2 в. до н. э. не существовало отдельного учения о небе, которое объединило бы все знания в этой области в единую систему. Представления о небесных явлениях, как и явлениях «в верхнем воздухе» - буквально о «метеорных явлениях», долгое время входили в общие умозрительные учения о природе в целом. Эти учения несколько позднее стали называть физикой (от греческого слова «фюзис» - природа - в смысле периоды, существа вещей и явлений). Главным содержанием этой древней полу философской «физики», или в нашем понимании - скорее натурфилософии, включавшей в качестве едва ли не главных элементов космологию и космогонию, были поиски того неизменного начала, которое, как думали, лежит в основе мира изменчивых явлений.

Все накопленные веками знания о природе вплоть до технического и житейского опыта были объединены, систематизированы, логически предельно развиты в первой универсальной картине мира, которую создал в 4 веке до н. э. величайший древнегреческий философ (и, по существу, первый физик) Аристотель (384 - 322 гг. до н. э.) большую часть жизни проведший в Афинах, где он основал свою знаменитую научную школу. Это было учение о структуре, свойствах и движении всего, что входит в понятие природы. Вместе с тем, Аристотель впервые отделил мир земных (вернее, «подлунных») явлений от мира небесного, от собственно Космоса с его якобы особенными законами и природой объектов. В специальном трактате «о небе» Аристотель нарисовал свою натурфилософскую картину мира.

Под Вселенной Аристотель подразумевал всю существующую материю (состоявшую, по его теории, из четырех обычных элементов - земли, воды, воздуха, огня и пятого - небесного - вечно движущегося эфира, который от обычной материи отличался еще и тем, что не имел ни легкости, ни тяжести). Аристотель критиковал Анаксагора за отождествления эфира с обычным материальным элементом - огнем. Таким образом, Вселенная, по Аристотелю, существовала в единственном числе.

В картине мира Аристотеля впервые была высказана идея взаимосвязанности свойств материи, пространства и времени. Вселенная представлялась конечной и ограничивалась сферой, за пределами которой не мыслилось ничего материального, а потому не могло быть и самого пространства, поскольку оно определялось, как нечто, что было (или могло быть) заполнено материей). За пределами материальной вселенной не существовало и времени, которое Аристотель с гениальной простотой и четкостью определил как меру движения и связал с материей, пояснив, что «нет движения без тела физического». За пределами материальной Вселенной Аристотель помещал нематериальный, духовный мир божества, существование которого постулировалось.

Великий древнегреческий астроном Гиппарх (ок.190-125 г. до н. э.) первым попытался раскрыть механизм наблюдаемых движений светил. С этой целью он впервые использовал в астрономии предложенный за сто лет до него знаменитым математиком Аполлонием Пергским геометрический метод описания неравномерных периодических движений как результата сложения более простых - равномерных круговых. Между тем именно к раскрытию простой сущности наблюдаемых сложных астрономических явлений призывал еще Платон. Неравномерное периодическое движение можно описать с помощью кругового двумя способами: либо вводя понятие эксцентрика – окружности, по которой смещен, относительно наблюдателя, либо разлагая наблюдаемое движение на два равномерных круговых, с наблюдателем в центре кругового движения. В этой модели по окружности вокруг наблюдателя движется не само тело, а центр вторичной окружности (эпицикла), по которой и движется тело. Первая окружность называется деферентом (несущей). В дальнейшем в древнегреческой астрономии использовались обе

модели. Гиппарх же использовал первую для описания движения Солнца и Луны. Для Солнца и Луны он определил положение центров их эксцентриков, и впервые в истории астрономии разработал метод и составил таблицы для предвычисления моментов затмений (с точностью до 1-2 часов).

Появившаяся в 134 г. до н. э. новая звезда в созвездии Скорпиона навела Гиппарха на мысль, что изменения происходят и в мире звезд. Чтобы в будущем легче было замечать подобные изменения, Гиппарх составил

каталог положений на небесной сфере 850 звезд, разбив все звезды на шесть классов и назвав самые яркие звездами первой величины.

Начатое математическое описание астрономических явлений спустя почти три века достигло своей вершины в системе мира знаменитого александрийского астронома, географа и оптика Клавдия Птолемея (? - 168 г.). Птолемей дополнил собственными наблюдениями до 1022 звезд каталог Гиппарха. Он изобрел новый астрономический инструмент – стенной круг, сыгравший впоследствии существенную роль в средневековой астрономии Востока и в европейской астрономии XVI в., особенно в наблюдениях Тихо Браге.

Его фундаментальный труд – «Большое математическое построение астрономии в XVI книгах», по-гречески «Μεγ αλε Синтаксис», еще в древности получил широкую известность под названием «Μγιστэ» («Величайшее»). Европейцы узнали о нем от арабских астрономов – под искожонным названием «Ал Маджисти», или в латинизированной трактации, «Альмагест». В нем была представлена вся совокупность астрономических знаний древнего мира. В этом труде Птолемей математический аппарат сферической астрономии – тригонометрию. В течение столетий использовали вычисленные им таблицы синусов.

Опираясь на достижения Гиппарха, Птолемей пошел дальше в изучении главных тогда для астрономов подвижных светил. Он существенно дополнил и уточнил теорию Луны, вновь переоткрыв эвекцию. Вычисленные Птолемеем на этом основании более точные таблицы положения Луны позволили ему усовершенствовать теорию затмений. Для определения географической долготы места наблюдения точное предсказание момента наступления затмений имело большое значение. Но подлинным научным подвигом ученого стало создание им первой математической теории сложного видимого движения планет, чему посвящено пять из тринадцати книг «Альмагеста».

Средние века, сначала IV и до XV вв. включительно, были периодом значительного упадка в развитии естественнонаучных знаний на европейском континенте. Причинами тому были гибель к началу этого периода вместе с разрушением государства Византии первого в Европе греко-римского центра культуры и науки.

Завоеватели – северные «варвары» с одной стороны, и арабские племена с Аравийского полуострова с другой, стояли на чрезвычайно низком уровне развития. Лишь спустя века более высокая античная культура стала вновь пробиваться уже в среде завоевателей, сначала в арабском мире, где раньше были переведены сохранившиеся древнегреческие научные трактаты.

Религия христианства (утвердившаяся к IV в.), как и возникшая в VII в. религия ислама на Востоке, с укреплением их как государственных религий, все более подавляли стремление к самостоятельному познанию и

осмыслению мира, требуя согласования выводов о природе с первоначальными учениями основателей религии, Библии и Корана, соответственно.

Разумеется, в этих условиях человек не мог перестать размышлять об окружающем мире. Но при полном подавлении светского образования, особенно в феодальной Европе, центры «учености» переместились в монастыри. В результате, как невежественное население, так и образованные (то есть грамотные, читающие) монахи и богословы стали воспринимать окружающий мир как бы сквозь фильтр все предопределяющей религиозной интерпретации явлений. Контрасты при таком истолковании природы были огромны. Под влиянием наиболее ревностных пропагандистов веры в массах укреплялось убеждение в ненужности, невозможности и даже греховности попыток узнать о мире больше, чем сказано в Библии.

Новый смелый шаг в осмыслении окружающей Вселенной сделал в XV веке Николай Кузанский (действительное имя Николай Кребс, 1401 - 1464), выдающийся немецкий философ, теолог и ученый. Он видел мир через ту же призму богословия, считая, что вся прекрасная упорядоченность Вселенной – дело рук Творца и демонстрация его могущества. Вместе с тем, Николай Кузанский первым полностью порвал с аристотелево - птолемеевым представлением о Вселенной и возродил идею, некогда отвергнутую Аристотелем, - об отсутствии у Вселенной центра и края. В посмертно изданном сочинении, с названием более чем критическим – «Об ученом незнании», - он изложил свои весьма нетрадиционные космологические взгляды. Вселенная провозглашалась неограниченной, поскольку в противном случае необходимо было бы допустить нечто, существующее за ее пределами, что в свою очередь противоречило бы определению Вселенной, как включающей все сущее. (Любопытно, что Вселенная названа у него именно «безграничной», что приближает его рассуждения к современным представлениям.) На основании этой концепции Вселенной Николай Кузанский сделал заключение, что не только Земля, но и Солнце и вообще любое космическое тело не могут быть центром Вселенной, центр которой, по его образному выражению, «везде», а граница «нигде». В этом утверждении он пошел не только против геоцентризма, но и против ранних гелиоцентристов, считавших Солнце центром всего мира, и мыслил более глубоко, нежели Коперник. Эти идеи Николая Кузанского первым воспринял и развил далее в XVI веке Джордано Бруно.

К концу первого десятилетия того же века в Европе появился мыслитель, которому суждено было начать первую великую революцию в астрономии, в корне изменившем, однако, и всю физическую картину мира, то есть развившуюся в революцию универсальную. Этим мыслителем был гениальный польский ученый Николай Коперник (1473-

1543). Еще в 90-е годы XV века, после первого глубокого восхищения математическим гением Птолемея, Коперник убедился в существовании глубоких противоречий между его теории мира и наблюдениями. Восхищение сменилось сомнениями.... В поисках других идей он изучил в подлинниках сохранившиеся сочинения или изложения учений древнегреческих математиков или натурфилософов, иначе, первых физиков. Среди них были и автор геоцентрической системы, и истинный гелиоцентрист Аристарх Самосский, и пифагорейцы, также утверждавшие подвижность Земли и учившие всеобщей числовой гармонии мира.

В отличие от своих современников и предшественников, пытавшихся лишь совершенствовать детали птолемеевой системы либо же обращаться к древней схеме гомоцентрических сфер, но не имевших смелости отказаться от самого геоцентрического принципа, Коперник сумел преодолеть это преклонение перед авторитетами и робость перед догмой и вместе с тем глубоко понять плодотворность и истинность идеи древнегреческой натурфилософии – искать простоту и гармонию в природе как ключ к объяснению явлений, искать единую сущность многих кажущихся различными явлений. В итоге уже к 1530 году в основном было завершено, но только в 1543 году полностью увидело свет одно из величайших творений в истории человеческой мысли – «Николая Коперника Торунского. О вращении небесных сфер. Шесть книг».

Вновь, как и в «Альмагесте», содержанием этих шести книг-глав стала вся, теперь уже современная Копернику астрономия. Коперник изложил математическую теорию сложных видимых движений Солнца, Луны, пяти планет и сферы звезд с соответствующими математическими таблицами и приложением каталога звезд. Но в основу объяснений был положен принцип, обратный геоцентризму. В центре мира Коперник поместил Солнце, вокруг которого движутся планеты, - среди них впервые зачисленная в ранг «подвижных звезд» Земля со своим спутником – Луной. На огромном расстоянии от планетной системы находилась сфера звезд. Его вывод о чудовищной удаленности этой сферы теперь диктовался и самим гелиоцентрическим принципом: только так мог Коперник согласовать его с видимым отсутствием у звезд смещений за счет движения самого наблюдателя вместе с Землей, отсутствием у них параллакс.

Спустя немногие десятилетия после кончины Коперника была раскрыта революционная сущность его нового учения. Это сделал бывший монах одного из неополитанских монастырей – Джордано Бруно (1548-1600). Его незаурядный ум и бескомпромиссное стремление к истине не только привели его на путь защиты и страстной пропаганды учения Коперника, но и помогли ему разбить рамки древних традиций, стеснявшие это учение, и пойти дальше в осознании истинных черт Вселенной.

В 60-е годы по сокращенному изложению Ретика Бруно познакомился с гелиоцентрической теорией Коперника. Она показалась ему вначале нелепой, но заставила критически присмотреться к официальному учению Птолемея и более внимательно – к материалистическим учениям древнегреческих атомистов о бесконечности Вселенной. Особенно большую роль в формировании взглядов Бруно сыграло его знакомство с натурфилософским учением Николая Кузанского, в котором отрицалась возможность для любого тела быть центром Вселенной, поскольку она бесконечна. Пораженный этой идеей, Бруно понял, какие грандиозные перспективы открывал гелиоцентризм, если понимать его не как учение о всей Вселенной, а как теорию типичной для Вселенной системы – планетной. Это свое открытие он выразил вдохновенными словами своей поэмы о природе:

«...Отсюда ввысь стремлюсь я, полон веры!

Кристалл небес мне не преграда боле.

Но вскрывши их, подъемлюсь в бесконечность...»

Объединив философско-космологическую концепцию Николая Кузанского и четкие астрономические выводы теории Коперника, Бруно создал собственную естественно-философскую картину бесконечной Вселенной. Концепция Вселенной Бруно и в наши дни поражает глубиной идей и точностью научных предвидений. Она была изложена в двух сочинениях Бруно, изданных им в 1534 году: «О причине, начале и едином» и «О бесконечности, вселенной и мирах».

Вслед за Николаем Кузанским он отрицал существование какого бы то ни было центра Вселенной. Бруно утверждал бесконечность Вселенной во времени и пространстве и представлял небо, как «единое, безмерное пространство, лоно которого содержит все», как эфирную область (понимая эфир как вид обычной материи), «в которой все пробегает и движется». Он писал: «В нем – бесчисленные звезды, созвездия, шары, солнца и земли, чувственно воспринимаемые; разумом мы заключаем о бесконечном количестве других». «Все они, - пишет он в другом месте, - имеют свои собственные движения, независимые от того мирового движения, видимость которого вызывается движением Земли», причем «одни кружатся вокруг других».

Бруно писал о колоссальных различиях расстояний до разных звезд и сделал вывод, что поэтому соотношение их видимого блеска может быть обманчиво. Он разделял небесные тела на самосветящиеся – звезды, солнца и на темные, которые лишь отражают солнечный свет «из-за обилия на них водных или облачных поверхностей».

Вплоть до середины XVI века астрономия в Европе была чем-то вроде приложения математики. Хотя целью той или иной теории и было описание наблюдаемых явлений, сами наблюдения, как правило, были весьма грубыми. Но и они производились от случая к случаю, лишь в связи

с тем или иным примечательным небесным явлением. Важнейшие астрономические величины все еще черпались не из новых наблюдений, а из сочинений древних греков. Например, продолжала использоваться оценка солнечного параллакса, данная еще... Аристархом Самосским (3 угловые минуты!).

В такой обстановке, вначале последней четверти XVI века, Европу облетела весть о появлении в Дании на островке Вэн невиданного астрономического городка, в центре которого возвышался «Небесный замок» («Ураниенбург»), где чудодействовал со своими огромными инструментами Тихо Браге (1546-1601), дворянин, променявший преимущества своего сословия на служение «Богине Неба» - Урании. К этому времени он уже был известен своими наблюдениями и описанием удивительной новой звезды, внезапно вспыхнувшей на небе в 1572 году в созвездии Кассиопеи. Тихо Браге впервые показал, что этот «огненный метеор» вовсе не атмосферное явление (как считалось в аристотелевой картине мира), а что это удивительное явление произошло на расстоянии не ближе других обычных звезд (в последствии выяснилось, что эта звезда была сверх новой).

Браге определял положения и движения светил с не бывалой до той поры точностью. К нему стекались многочисленные ученики, его посещали даже коронованные особы, правда, более интересуясь предсказанием судьбы по звездам... Впрочем, и сам Тихо Браге, вскоре пополнивший Небесный замок еще и Звездным замком, верил в астрологию и высказал как-то мысль, что планеты с их движениями по таинственным и удивительным законам не имели бы никакой ценности, если бы не предсказывали судьбы людей.

Астрономией он увлекался в ранней юности. Однако первое удивление и восхищение точностью этой науки, вызванное наблюдением солнечного затмения в 1560 году, которое случилось в точно предсказанный день, вскоре сменилось разочарованием. В предвычислении следующего наблюдавшегося им (1565 году) редкого небесного явления – соединения двух планет – Юпитера и Сатурна – старые Альфонсинские таблицы XIII века ошибались на целый месяц, и даже новые, гелиоцентрические Прусские, - на несколько дней. Повышение точности астрономических наблюдений стало главным делом жизни Тихо Браге.

До изобретения телескопа наблюдения велись невооруженным глазом. Существенного увеличения точности таких визуальных наблюдений можно было добиться лишь путем увеличения размеров инструментов – квадрантов и сектантов. На этом пути за полтора века до Браге великий узбекский ученый Улугбек достиг выдающихся успехов. Ничего не зная о своем предшественнике, по тому же пути пошел и датский астроном. Он добился невиданной для европейцев того времени точности в измерениях угловых расстояний между светилами (1-2 угловые минуты). Еще в юности

он задумал и построил свой первый инструмент для точных астрономических наблюдений – огромный квадрант с радиусом около 6 метров и латунным кругом, разделенным на минуты. Наблюдение светил для большей точности велось через два диоптра (пластинка с маленьким круглым отверстием в центре), установленных на квадранте.

Позднее Галилео Галилей (1564-1642) один из основателей современного естествознания. Уже в ранние годы, сначала близкие друзья, а затем и ученые, знакомившиеся с его идеями, увидели в нем не только талантливого университетского лектора, но и решительного и глубокого тех самых официальных взглядов в науке, которые ему приходилось излагать в своих лекциях по физике и астрономии. В письмах к друзьям и ученикам, получавших затем распространение в рукописных копиях, а также в работах, остававшихся долгое время неопубликованными, Галилей в 90-е годы XVI века начал наступление на безнадежно устаревшую, но остававшуюся догмой физику Аристотеля, на узаконенную католической церковью геоцентрическую систему мира Птолемея, на традиционную схоластическую науку.

Физика в то время сводилась к механике, проблемами которой Галилей занимался в течение всей жизни.

Вместе с тем она охватывала широкий круг общих мировоззренческих, по существу, космологических проблем. До Галилея в ней в течение веков господствовали представления аристотелевской школы перипатетиков о принципиальном различии земных (точнее, подлунных) и небесных, или космических, явлений, о существовании насильственных и естественных движений. К первым относили движения под действием механической силы. При этом считалось, что они могут продолжаться, лишь пока действует сила. Второй вид движений якобы определялся самой природой тела и геометрическими свойствами замкнутого пространства Вселенной. По Аристотелю, тяжелые тела в своем единственном движении должны были падать с различной скоростью в зависимости от своей тяжести. Аристотель полагал, что независимым от веса падение было бы лишь в пустоте, существование которой он как физик-экспериментатор отрицал.

Галилей совершил подлинную революцию в механике, полностью разрушив представления аристотелевской физики, сложившейся на основе слишком грубого повседневного наблюдения, либо напротив, чисто умозрительные. Галилей впервые построил экспериментально математическую науку о движении – кинематику, законы которой он вывел в результате обобщения данных специально поставленных научных опытов.

Сравнивая движение тел по наклонной плоскости с их свободным падением, он установил единство (в частности, независимость скорости такого падения от веса тела), установил законы качения маятника и построил теорию равномерно ускоренного движения. Этим не

исчерпывается его вклад в механику. С ее помощью он заложил основы более общего научного метода выявления законов природы вообще. Прежде всего, он ввел в механику точный количественный эксперимент и математическое описание явлений, утверждая, что «книга природы написана языком математики». Метод же его экспериментально – теоретического исследования заключается в количественном анализе наблюдаемых частных явлений и постепенном мысленном приближении этих явлений к некоторым идеальным условиям, в которых законы, управляющие ими, проявятся, так сказать, в чистом виде. Такой метод получил название индуктивного. Единственно, в чем Галилей остался аристотелеанцем, - было его представление об инерциальном как движении по кругу.

Поиски точных законов гелиоцентрического планетного мира стали главным делом жизни великого немецкого астронома Иогана Кеплера(1571-1630). В ходе этой колоссальной работы проявились не только его гениальность как астронома и математика, но и смелость мысли, свобода духа, благодаря которым он сумел преодолеть тысячелетние космологические традиции и вместе с тем возродить и поставить на службу науке известные с древности, но, по существу, забытые некоторые натурфилософские принципы, раскрыв их глубокое истинное содержание. Уже современники Кеплера убедились в точности открытых им трех законов планетных движений. Но они считали их удачной эмпирической находкой, «правилами», полученными без каких-либо предпосылок и обоснований, путем подбора величин. Общие размышления, связанные с идеей «мировой гармонии» и поисками и поисками простых числовых отношений в мире, составляющие большую часть в сочинениях Кеплера: «Новая, изыскивающая причины астрономия, или физика неба»(1609) и «Гармония мира»(1619), где изложены и его законы, рассматривались как неизбежная дань эпохе, не имевшая отношения к его научным открытиям. Галилей считал их простым воскрешением древней пифагорейской идеи о роли числа во Вселенной, не совместимой с новым экспериментальным естествознанием, за которое он боролся. Поэтому он не обратил внимания и на кеплеровы законы (а,

возможно, и не ознакомился с ними, хотя Кеплер послал ему сочинение 1609 год).

Первую универсальную физико-космологическую и космогоническую картину мира на основе гелиоцентризма попытался построить великий французский ученый и философ, физик, математик, физиолог Рене Декарт (1596-1650). Мысль дать общий очерк устройства и развития мира, положив в основу лишь идею вечно движущейся материи, возникла у Декарта в юности, когда ему было 23 года. Его «Трактат о системе мира»,

законченный в основном к 1633 году, начинал собою новое направление в философии естествознания – построение материалистических физико-космологических картин мира, опиравшихся на механику. Однако, узнав о суровом суде над Галилеем, Декарт не решился опубликовать свой труд.

Как и Галилей, выступив против схоластики и догматизма, он сформулировал принципы подлинно научного познания природы и изложил их в своем труде «Рассуждение о методе». Сочинение было издано анонимно в Лейдене в 1637 г. и имело разъясняющий подзаголовок: «Чтобы хорошо направлять свой разум и отыскивать истину в науках». Основным средством установления истины Декарт провозгласил логические рассуждения, которые могли дополнить всегда несовершенный опыт, установить истинные связи между явлениями и проникнуть в их существо. Основные положения такого метода познания, получившего название рационалистического он изложил в виде четырех правил, в которых попытался привести в систему процесс познания.

Рационалистические воззрения Декарта, отрицавшего первостепенное значение опыта, признававшего врожденные идеи, на основе которых, якобы, вырабатываются аксиомы в науке, - все это послужило в дальнейшем для развития идеалистического мировоззрения. Вместе с тем скептическое отношение Декарта к голому эксперименту, воспринимаемому вне определенной идейной атмосферы, выражало и глубоко верную идею о недостаточности для познания сущности вещей одного только опыта, который никогда не может отразить действительность во всех ее деталях и полноте. Поэтому метод Декарта вошел в науку как дедуктивный метод познания. Однако Декарт не только не отрицал необходимости экспериментального исследования, но и сам был блестящим экспериментатором в физике, особенно в оптике, механике, а также физиологии. Он внес усовершенствование в проведение эксперимента, утверждал, что природа материальных вещей «...гораздо легче познается, когда мы видим их постепенное развитие, чем когда рассматриваем их как вполне уже образовавшиеся». «Рассуждение о методе» сыграло огромную прогрессивную роль в формировании нового экспериментально-теоретического естествознания и научного мировоззрения в целом.

Вместе с этим трудом Декарта, в виде приложений к нему, вышли его «Геометрия», «Диоптрика» и «Метеоры», посвященные математическим и физическим исследованиям.

Все главное, связанное с именем великого Ньютона (1643-1727), знакомо каждому со школьных лет: знаменитые законы динамики, закон всемирного тяготения, создание новых математических методов – дифференциального и интегрального исчисления, ставших фундаментом современной высшей математики, изобретение телескопа-рефлектора, открытие спектрального состава белого света... Все свои великие открытия

он сделал в молодые годы, в 1665-1667 годы (спасаясь в родной деревушке Вулсторпе под Лондоном от чумы, свирепствовавшей в городах Англии). В математике и физике-механике, оптике и других ее разделах, - наконец, в самом стиле научного мышления, в методах исследования природы более столетия господствовало направление, известное под именем ньютоновского.

В основе ньютоновского метода лежит экспериментальное установление точных количественных закономерных связей между явлениями и выведение из них общих законов природы методом индукции, то есть переходом от приближенных выводов из конечного числа конкретных наблюдений к предельным, абстрагированным от частных точным законом. Развитие этого индуктивного метода начал Галилей. Ньютон довел его до логического завершения. Вразрез с многовековыми традициями в науке и, казалось бы, с главной целью ученого, Ньютон впервые сознательно от поисков «конечных причин» явлений и законов и ограничился, в противоположность картезианцам, точным изучением количественных проявлений этих закономерностей в природе. В этом Ньютон был близок к Птолемею.

На новом этапе развития знаний Ньютон обобщил в своей универсальной (но лишь феноменологической, то есть не разъясняющей механизм явления) теории тяготения новые астрономические, физические и геофизические факты. В качестве отдельных элементов в его теорию гравитации вошли открытые Кеплером на базе гелиоцентрической системы Коперника кинематические законы планетных движений, открытые Галилеем

закономерности прямолинейного движения тел под действием сил (динамика), теория центростремительной силы, возникающей при криволинейном движении, построенная Гюйгенсом.

Для математического описания, сведения в единую систему всех этих движений и взаимодействий тел самого различного рода, качеств, масштабов Ньютон (который, как и древнегреческие физики, для описания явлений пользовался геометрическими методами) впервые объединил число, геометрическую фигуру и движение.

Свой метод расчета механических движений путем рассмотрений бесконечно малых приращений величин - характеристик исследуемых движений Ньютон назвал «методом флюксий» и описал его в сочинении «Метод флюксий и бесконечных рядов с приложением его к геометрии кривых» (опубликовано в 1736 году). Вместе с методом Лейбница он составил основу современных дифференциального и интегрального исчисления. В математике Ньютону принадлежат такие важнейшие труды по алгебре, аналитической и проективной геометрии.

В то время как существование упорядоченной планетной системы уже в XVII веке из ранга гипотез перешло в ранг доказанных фактов, мир звезд

оставался целиком загадочным. Даже гениальный Кеплер предполагал, что все звезды сосредоточены в тонком сферическом слое вокруг Солнца, допуская даже, что этот слой состоит из твердого прозрачного вещества вроде льда... Хотя в другом месте Кеплер высказывал мысль о... рождении звезд из тонкой материи Млечного Пути. Мы видели, что колоссальная протяженность и сложность звездного мира впервые проглянули сквозь телескоп Галилея, но и его основное внимание было поглощено проблемой планетной системы - гелиоцентризма. К тому же для детального изучения мира звезд нужна была еще целая эпоха развития самих телескопов.

В отличие от единолично создававшихся фундаментальных направляющих идей, создание фактического, наблюдательного фундамента для их возникновения с развитием астрономии становилось делом все более коллективным. Умозрительная картина бесконечно удаленной сферы звезд, неподвижно закрепленных на этой сфере, уже не удовлетворяла исследователей неба второй половины XVII - начала XVIII века. Предпринимавшиеся в течение всей истории астрономии, особенно в период утверждения гелиоцентризма, попытки изменения звездных параллаксов оставались безрезультатными до первой трети XIX века.

В первые десятилетия XVIII века в поле зрения астрономов стали все более настойчиво вторгаться новые таинственные объекты - туманности. Несколько их было отмечено еще Птолемеем, который называл их «туманными звездами». Часть их уже Галилей разложил на звезды. Несколько туманностей отметил в XVII веке Я. Гевелий (1611-1687).

Для дальнейшего развития астрономической картины мира исключительно важным было то, что Галлей привлек впервые внимание астрономов к туманностям как особым самосветящимся космическим образованиям, играющим, по-видимому, существенную роль в структуре Вселенной. В статье 1715 года посвященной этому вопросу, оспаривая мнения некоторых астрономов о том, что самосветящимися могут быть лишь звезды, Галлей описал шесть таких туманностей. Они были открыты разными наблюдателями, начиная со второй половины XVII века в различных созвездиях или их частях: в Мече Ориона, в Поясе Андромеды, в Стрельце, Центавре, в Антиное и в Геркулесе. Галлей заключил что таких объектов во Вселенной много больше, а поскольку они не имеют заметных годовых параллаксов (то есть очень далеки от нас), то «они не могут занимать огромных пространств». Размер туманных пятен, как писал Галлей, «быть может, не меньше, чем вся наша Солнечная система», и потому они представляют, добавлял он, чрезвычайно богатый материал для размышлений естествоиспытателям и особенно астрономам.

Имя шведского ученого, философа, Эммануэля Сведенборга (1688-1772) связывается обычно с его мистико-религиозными попытками исследовать несуществующий мир «духов», познать «истинного Бога» менее известна другая сторона деятельности Сведенборга - исследования во многих

областях естествознания и техники, которые приходится на первую половину его жизни. Между тем эта часть его деятельности позволяет назвать Сведенборга выдающимся ученым, идеи которого нередко опережали свое время, а некоторые перекликаются с научными идеями XX века. С его именем связано немало исследований в области математики, физики, астрономии, химии, геологии, анатомии, физиологии, минералогии, а также техники. Большая часть его работ по естествознанию технике была написана до 40-х годов XVIII века. Между прочим, именно Сведенборгу принадлежит первая вихревая модель атома как системы сложных частиц.

Астрономические сочинения Сведенборга (первое вышло 1707) касались различных вопросов, например, злободневной тогда проблемы определения долготы на море с помощью наблюдений Луны. Но основным вкладом его в эту науку, вернее, в астрономическую картину мира стала его космолого-космогоническая концепция разрабатывавшаяся с 1722 года и опубликованная в 1729 и 1734 годах.

В области космогонии Солнечной системы Сведенборг опирался на вихревую концепцию Вселенной Декарта, будучи одним из последних сторонников и защитников картезианской физики и философии. Однако его космогоническая планетная концепция отличается от картезианской. Планеты в ней предполагались образующимися из самого солнечного вещества. Эта идея, возможно, независимо многократно возрождалась в дальнейшем в гипотезах Бюффона, Канта, Лапласа, Чемберлена и Мультона и прочно укрепилась в космогонии планетной системы. По гипотезе Сведенборга, планеты сформировались в результате возникновения в солнечном веществе и постепенного развития вихря материи, который, ускоряясь, расширялся под действием центробежных сил. От внешних частей его в некоторый момент отделилось кольцо материи, разбившееся затем на отдельные массы - родоначальницы планет. Аналогично представлялось возникновение спутников из вещества протопланет. Движение планет вокруг Солнца у Сведенборга объяснялось в духе Кеплера - Декарта - увлечением их околосолнечным вихрем. Ошибочное с точки зрения законов механики, космогоническая гипотеза Сведенборга содержала в то же время ценную идею эволюции материи во Вселенной.

Рождение концепции островных вселенных, которая с середины XVIII и до первых десятилетий XX века была предметом острых дискуссий, прочно связывается в истории астрономии с именем английского астронома - самоучки Томаса Райта (1711-1786). Космологической проблеме посвящены три работы Райта. Одна, представлявшая материал для публичной лекции и написанная в 1734 году осталась в рукописи, обнаруженной лишь в 1967 году; две другие были опубликованы в 1742 и 1750 годах.

О концепции Райта известно главным образом по изложению ее у Канта. Истинные мотивы и содержание размышлений и построений Райта были раскрыты лишь в 1970 году английским историком астрономии М. Хоскином. В космологии Райта нашло яркое отражение характерное для начальных этапов развития науки нового времени астрономическое содержание. Аналогичной была и над вопросом о наиболее общих закономерностях Вселенной, о ее упорядоченности. Это видно, например, в сочинениях английского астронома и теолога В. Уистона (1667-1752), по которым учился Райт. Одна из книг Уистона так и называлась: «Астрономические принципы религии». Вместе с тем, видимо, из этих книг Райт узнал о законе всемирного тяготения и о том, что в случае конечности Вселенной все звезды, если они вначале были неподвижны, должны были бы сблизиться и в конце концов упасть друг на друга в центре Вселенной. Райт знал также об открытии Галлеем собственных движений у трех ярких звезд. Из этого Райт сделал первый правильный вывод, что звезды должны обращаться вокруг общего центра тяготения, чтобы не упасть на него. Но центр звездной Вселенной Райт представлял как «божественный» источник самой правильности, упорядоченности Вселенной.

Великий немецкий философ и ученый Иммануил Кант (1724-1804) создал первую универсальную концепцию эволюционирующей Вселенной в рамках гравитационной ньютоновской картины мира. Наиболее широко ее вторая, космогоническая часть под неточным названием «небулярной космогонической гипотезы Канта». Вся концепция изложена в его главном естественнонаучном сочинении «Всеобщая естественная история и теория неба».

В сочинении Канта сначала излагалась гипотеза Райта об устройстве Вселенной. Однако знакомый только с кратким рефератом сочинения Райта, он использовал именно приведенную там картину плоского слоя звезд. В своей основе, по содержанию и целям концепция Канта существенно отличалась от гипотезы Райта и противопоставлялась теологическим целям последнего. Из конкретных построений Райта Кант намерен был «развить плодотворные выводы» на чисто механической основе, отрицая равно и начальный божественный толчок, допущенный Ньютоном.

Существенный вклад в формирование современной нам астрономической картины мира внес в средние XVIII века первый русский ученый-энциклопедист Михаил Васильевич Ломоносов (1711-1765). Значение вклада Ломоносова в развитии естествознания состояло прежде всего в глубоких научно-философских обобщениях и разработке метода научного исследования, а также в стремлении использовать достижения науки для экономического развития России.

Естественнонаучные исследования Ломоносова охватывают огромный

круг вопросов- от проблемы строения вещества до насущных задач современной ему техники. Надежной опорой ему в этих изысканиях служило его материалистическое понимание окружающего его мира, твердая убежденность в единстве основных законов природы и в познаваемости этих законов, умение видеть связь, казалось бы, далеких друг от друга явлений и сочетать экспериментальные исследования с глубоким теоретическим осмыслением явлений.

Интерес к небесным явлениям возник у Ломоносова еще в детстве, при наблюдении величественных картин полярных сияний. Широта интересов и умение анализировать явления в их взаимосвязи привели его к ряду важнейших выводов, открытий, изобретений в области астрономии. Обогнав эпоху на столетия, он в числе немногих современников обратился к решению вопросов о физической природе небесных объектов, исходя из убеждений в единстве ее у земли и небесных тел. Ломоносов высказал ряд правильных идей астрофизического характера. Изучая вместе со своим другом академиком Г. В. Рихманом явления атмосферного электричества, он выдвинул интересную идею возникновения его за счет трения восходящих и нисходящих теплых и холодных токов воздуха. Эта идея легла также и в основу его объяснения полярных сияний. Свои представления об атмосферном электричестве Ломоносов распространил на природу свечения кометных хвостов. Небезынтересно отметить, что при всей примитивности формы этих первых представлений именно они перекликаются с современными теориями образования и свечения некоторых типов кометных хвостов в результате взаимодействия «атмосфер» комет и «солнечного ветра».

Великий английский астроном Вильям Гершель (1738-1822) вошел в историю науки как знаменитый конструктор уникальных для его эпохи телескопов - рефлекторов с диаметром зеркала почти в 0,5 и 1,5 метра, как виртуозный наблюдатель и глубокий мыслитель, основатель звездной астрономии, родоначальник наблюдательного изучения нашей звездной системы - Галактики и открытого им безграничного мира «туманностей».

В мире звезд Гершель установил существование двойных и кратных звезд как физических систем, уточнил оценки блеска у трех тысяч звезд, обнаружил переменность у некоторых из них, первым отметил различное распределение энергии в спектрах звезд в зависимости от их цвета. Методом «черпков» в результате огромной наблюдательной работы Гершель к 1785 году установил общую форму нашей Галактики, довольно точно оценив ее сжатие ($1/5$) и сделал правильный вывод о ее изолированности в пространстве как одного из «островов» Вселенной.

Идею гравитационной конденсации как бы наглядно демонстрировалось при наблюдениях Гершелем колоссального разнообразия форм и вида туманностей. В результате он построил в 1791-1811 годах первую в истории науки общую звездно-космогоническую концепцию развития

материи во Вселенной. Далеко не последнюю роль в этом сыграли его философские взгляды, сформировавшиеся в юности под влиянием выдающегося английского философа Джона Локка (1632-1704) - одного из первых материалистов. Еще в 80-е годы XVIII века Гершель много размышлял над общими проблемами строения и свойств материи, характера и причины различных сил, действующих в природе. В дальнейшем он убедился на собственном опыте астронома - наблюдателя в справедливости идеи развития все объектов в природе, в том числе космических.

Размышляя над причиной разнообразия внешнего вида млечных туманностей, он пришел к идее «сада», допустив, что эти объекты мы видим в разных стадиях их жизни, подобно деревьям. Под влиянием этой идеи он временно отошел от своих первоначальных более правильных представлений о природе и, следовательно, масштабах туманностей, приняв многие млечные туманности с яркими ядрами за одиночные протозвезды или группы протозвезд. Несмотря на эти конкретные ошибки сам метод морфологического подхода к изучению состояния космических объектов прочно вошел в астрономию и оказался плодотворным.

Последняя треть XVIII и первая четверть XIX веков в истории астрономии, да и не только в ней, были временем утверждения теории тяготения Ньютона. Вместе с тем по мере увеличения точности наблюдения появлялись новые отклонения движений планет от строго кеплеровых. Это вызывало порой сомнения в справедливости закона всемирного тяготения и, по крайней мере, в устойчивости Солнечной системы. В свое время уже Ньютон указывал, что эти отклонения - следствие того же закона и что дело здесь в сложном взаимодействии многих взаимно притягивающихся тел, искажающим, или, как стали говорить, так «возмущающим» правильное эллиптическое движение планет. Однако он не был уверен, что при этом сохранится навеки сама планетная система, что она устойчива. К концу XVIII века были созданы основы классической небесной механики, объяснившей сложную картину возмущенных движений небесных тел на единой основе закона всемирного тяготения. Эта грандиозная работа связано с целым созвездием блистательных имен, среди которых особенно ярки имена Ж. Л. Д. Аламбера, Л. Эйлера, А. Клера, Ж. Л. Лагранжа, но в первую очередь - П. С. Лапласа (1749-1827).

Проблема природы звезд и источника неиссякаемой энергии была поставлена по меньшей мере более 2000 лет тому назад, но решалась долгие века чисто умозрительно. Уже некоторые древнегреческие натурфилософы считали звезды раскаленными телами. Но прочно идея горячих звезд, подобных Солнцу, утвердилась лишь как одно из следствий революции Коперника.

Открытия в середине XIX века закона о сохранении энергии остро

поставила вопрос о физическом источнике энергии Солнца и звезд. Первой попыткой его решения была гипотеза Р. Майера (1848 год) о разогреве Солнца за счет падения на него метеоритов. Но к более обоснованному научному исследованию проблемы можно было приступить лишь после открытия Г. Кирхгофом и Р. Бунзенем в 1859 году спектрального анализа. В результате уже в 1861 году был дан ответ на вопрос, еще недавно считавшийся неразрешимым: Кирхгоф первым определил химический состав солнечной атмосферы. Так была создана почва для формирования научно обоснованной картины природы звезд.

С именем выдающегося американского астронома-наблюдателя Эдвина Пауэлла Хаббла (1889-1953) связано создание современной внегалактической астрономии и второе за всю историю изучения неба непосредственное наблюдательное открытие универсальной космологической закономерности - эффекта «расширения вселенной».

В первой четверти XX века благодаря крупным успехам в различных областях астрофизики и совершенствованию астрономической наблюдательной техники возродился интерес к изучению мира туманностей. Природа туманностей, среди которых, как выяснилось к этому времени, большинство составляли спиральные, все еще оставалась не установленной.

Правда, с внедрением метода спектрального анализа у таких туманностей был открыт характерный для звезд спектр с линиями поглощения (В. Хеггинс, 1867 год). Однако неоднократные разочарования на догом пути разгадывания природы туманностей сделали астрономов более осторожными: не исключалось, что это скопление диффузной материи, которая лишь отражает свет окружающих звезд... С недоверием были встречены даже достаточно обоснованные оценки расстояний до некоторых спиральных туманностей по обнаруженным в них «новым звездам», сделанные в 1919 году Г. Кертисом и К. Лундмарком (соответственно, 500 и 900 тысяч световых лет до туманности Андромеды).

Между тем решение проблемы имело большое мировоззренческое значение. Оно должно было положить конец почти двухвековому спору о множественности «звездных вселенных», иначе, решить судьбу концепции островных вселенных. С этим решением связывали получение на главной вопрос космологии - о конечности или бесконечности Вселенной (последний вывод более гармонировал с идеей островных вселенных).

На протяжении первых двух десятилетий XX века благодаря фундаментальным исследованиям структуры Галактики американским астроном Харлоу Шепли (1885-1972) более распространенным стало мнение о единственности нашей звездной системы и о внутригалактическом положении всех наблюдаемых, в том числе спиральных туманностей. Кстати, сам Шепли, оценивший диаметр Галактики в 300 тысяч световых лет, вовсе не отрицал, как и Р. Проктор в

свое время, возможности существования других подобных систем - галактик, полагая лишь, что из-за чудовищной удаленности их они пока не наблюдаются.

К 1920 году благодаря наблюдениям и оценкам главным образом Кертиса вновь стала оживать старая концепция островных вселенных. Но когда в апреле 1920 года в Вашингтоне состоялся знаменитый диспут между Шепли и Кертисом о природе спиральных туманностей, ни одна из сторон не могла одержать убедительной победы: не хватало прямых наблюдательных аргументов. Спустя всего четыре с небольшим года их представил Хаббл.

На фотоснимках, полученных Хабблом с 2,5-метровым рефлектором обсерватории Маунт Вилсон в Калифорнии 24 августа 1925 года отчетливо разложились на звезды внешние части трех ярких туманностей. Еще более ценным было то, что среди этих звезд он обнаружил цефеиды - переменные звезды хотя и меньшей, чем у новых звезд, но также громадной светимости, которую можно было более уверенно определить по известному для этих звезд закону «период - светимость». Сравнив истинную светимость звезд с видимой, Хаббл по известной в астрофизике формуле, связывающей эти величины с расстоянием звезды, впервые получило убедительные значения для расстояний до самих звездных систем. Спиральные туманности оказывались далеко за пределами нашей галактики. По своим размерам эти туманности были сравнимы с нашей галактикой.

На основании первых наблюдений преобладания красных смещений в спектрах далеких галактик, еще до установления линейного закона «красного смещения» бельгийский астроном Ж. Леметр (1894-1966), независимо от А.А. Фридмана, выдвинул в 1927 году свою знаменитую идею возникновения Вселенной из одного «атома-отца» и ее расширения. В такой форме гипотеза была весьма удобной для религиозного истолкования природы и встретила поэтому резко критическое отношение со стороны философов-материалистов. Вместе с тем она соответствовала непосредственным наблюдениям и гармонировала с новой релятивистской физической картиной мира и поэтому привлекала внимание крупных физиков и астрономов, развивающих астрономические следствия релятивизма - А.С. Эддингтона и Э.А. Милна, хотя и по-разному понимавших сам релятивизм. В 30-е годы концепция Леметра была развита Эддингтоном как модель расширения Вселенной из первоначального плотного сгустка обычного вещества. Тогда же Милн, опираясь на собственную «кинематическую теорию относительности», дал свою интерпретацию разбегания галактик как результата взрывы сверхплотного сгустка некой особой «первичной» материи, из которой «на ходу» формировались затем звезды, галактики, планеты.

Как видно из вышеприведенных фактов, еще в XVIII веке в рамках

гравитационной Ньютоновской картины мира возникло два направления в объяснении происхождения Солнечной системы: как чрезвычайно редкого, почти случайного или как закономерного, почти неизбежного процесса. Несмотря на выяснившуюся позже не состоятельность обеих концепций в существенных деталях, каждая содержала отдельные плодотворные идеи, которые не раз использовали в дальнейшем и вновь используются в наши дни.

О первой вспомнили, когда столкнулись в конце XIX века с неустранимым на основе механики пороком гипотез Канта и Лапласа: распределение в Солнечной системе момента количества движения, обратное распределению в ней масс, необъяснимо в этих механических гипотезах, что делало идею о единой родительской туманности Солнца и планет противоречащей одному из основных принципов механики.

После первого шага Лапласа и до недавнего времени никто не пытался увязать между собой процессы плането-и звездообразования. Учитывали только общий вывод о времени жизни звезд. Представления об этом сильно менялось с самого начала их научного обсуждения в середине XIX века и вплоть до наших дней.

С 60-х годов XX века было обращено внимание на необходимость объединенного исследования проблем планетной и звездной космогонии и более детального учета многоаспектности космогонического процесса: учета данных не только небесной механики, астрофизики, геологии, но и других наук о Земле, а главное, метеоритики, не говоря уже о ядерной физике, магнитогидродинамике и тому подобное. Именно эти две тенденции стали в наши дни определяющими в космогонических исследованиях, где сейчас работают многие десятки специалистов.

Совершенно новый стимул развитию планетной космогонии дают современные исследования вещества метеоритов, главным образом космогонические исследования (изучение изотопного состава, выявление короткоживущих изотопов, позволяющих раскрыть историю метеорита в космосе).

До третьего десятилетия XX века астрономическая картина мира сформировалась, опираясь исключительно на информацию, полученную путем наблюдений в оптическом диапазоне спектра. Все объекты во Вселенной хотя и считались эволюционирующими, но чрезвычайно медленно. Кратковременные процессы с выделением больших количеств энергии - взрывы сверхновых и новых звезд представлялись если не случайными, то редкими.

Но 1931 году американский радиоинженер Карл Янский (1905- 1950) открыл космическое радиоизлучение . В 1937 году были начаты систематические радионаблюдения неба другим американским радиоинженером Г. Ребером, которого можно назвать «Галилеем радиоастрономии».

Уже первые его наблюдения открыли неизвестную прежде «радиовселенную»: главные источники энергии - яркие звезды - «молчали»; радиоизлучение, имевшее непрерывный спектр, шло в основном из области Млечного Пути. Это подтверждало первую догадку Ребера о том что изучала диффузная материя. Сначала предположили, что виновником является в основном ионизованный водород. Вместе с тем уже первые наблюдения указывали, что радиоизлучение связано с бурными процессами в радиоярких областях Космоса: в 1942 году на метровых волнах обнаружилась интенсивное радиоизлучение Солнца, наблюдавшиеся лишь при усилении его активности.

Однако подлинным временем рождения радиоастрономии стали конец 40-х-начало50-х годов XX века, когда была открыта первая спектральная радиолиния и нетепловой синхротронный характер излучения большинства радиоисточников. Эти эпохальные и подлинно коллективные открытия связаны с именами: первое - Х. К. ван де Хюлста, Голландия; И. С. Шкловского, Россия; Х. Юэна и Э. Парселла, США; второе - Х. Альвена, К. Херлофсона, Швеция, К. Кипенхойера, ФРГ, В. Л. Гинзбурга и И. С. Шкловского, Россия.

Выявилось два типа дискретных радиоисточников. Одни оказались остатками сверхновых, а другие - совершенно новыми внегалактическими объектами, которые назвали радиогалактиками. Эти галактики и в оптическом диапазоне имеют столь не обычный вид, свидетельствующий о каких-то грандиозных процессах в них, что по началу их приняли за пары сталкивающихся галактик!

К настоящему времени установлено, что это одиночные галактики необычной формы структуры и с огромными радиоизлучающими, обычно парными областями, располагающимися на значительном расстоянии по обе стороны от оптического компонента системы. Радиогалактиками оказались многие гигантские эллиптические системы. Мощными радиоисточниками оказались и галактики и с активными ядрами.

Некоторые объекты в пределах Солнечной системы (кроме Солнца это атмосферы некоторых планет и кометы) составили третий тип дискретных источников радиоизлучения, главным образом синхротронного.

В 1963 году были открыты квазары - самые мощные из известных источников энергии во Вселенной. При сравнительно небольших размерах средний квазар излучает вдвое больше энергии, нежели вся наша Галактика, начитывающая более сотни миллиардов звезд и имеющая более 100 тысяч световых лет в поперечнике. У квазаров были обнаружены и признаки явной не стационарности: переменность блеска и выбросы вещества с огромными скоростями. Именно квазары поставили перед

астрономами новую, еще не до конца решенную проблему о природе источника их энергии.

К загадочным резко не стационарным внегалактическим радиоисточникам относятся и «лацертиды», названные по первому такому объекту, обнаруженному в созвездии Ящерицы.

В 1965 году было открыто фоновое, не зависящее от направления внегалактическое тепловое радиоизлучение, соответствующее температуре $\sim 3\text{К}$ и получившее объяснение как реликтовое. В пределах нашей Галактики были обнаружены новые радиобъекты - пульсары, плерионы, источники мазерного излучения...

Во второй половине нашего века получили развитие новые, ветви коротковолновой астрономии - рентгеновская и гамма-астрономия. Первым обнаруженным рентгеновским источником оказалось солнце (1948). В этом диапазоне, как выяснилось позднее, излучают и остатки сверхновых звезд. Вместе с тем исследования в рентгеновском диапазоне дали возможность открыть совершенно новый вид источников. Это были двойные звезды, у которых один компонент - гигантская нормальная звезда, а другой - нейтронная звезда, либо даже черная дыра. Вещество перетекающее из атмосферы нормальной звезды на сверхплотную, образует закручивающиеся во круг последней быстро вращающийся уплощенный диск. При этом колоссальная кинетическая энергия частиц, разгоняемых тяготением сверхплотного тела, частично переходит в рентгеновское излучение. Таковы Геркулес X-1, Центавр X-1 и X-3, Лебедь X-1. К таким же двойным системам относят и наиболее загадочный источник переменного рентгеновского излучения в созвездии Орла. В нем наблюдается истечение вещества в противоположных направлениях с релятивистскими скоростями (80000 км/с!).

Большая часть рентгеновских источников отождествлена с внегалактическими объектами - обычными галактиками, радиогалактиками и некоторыми квазарами. Их излучение имеет как тепловую, так и синхротронную природу.

Гамма-излучение было впервые обнаружено в 1961 году. Оно исходит из центра Галактики, природа этого источника до сих пор не ясна. Источником гамма-излучения оказался в пульсар в Крабовидной туманности, а так же объект в Скорпионе (последний рассматривается как остаток вспышки новой звезды). Часть гама- и рентгеновских источников проявляет весьма загадочную переменность, отчего они получили название «транзиентных» объектов. Природу одного из них в 1983 году удалось раскрыть: он оказался рентгеновским пульсаром.