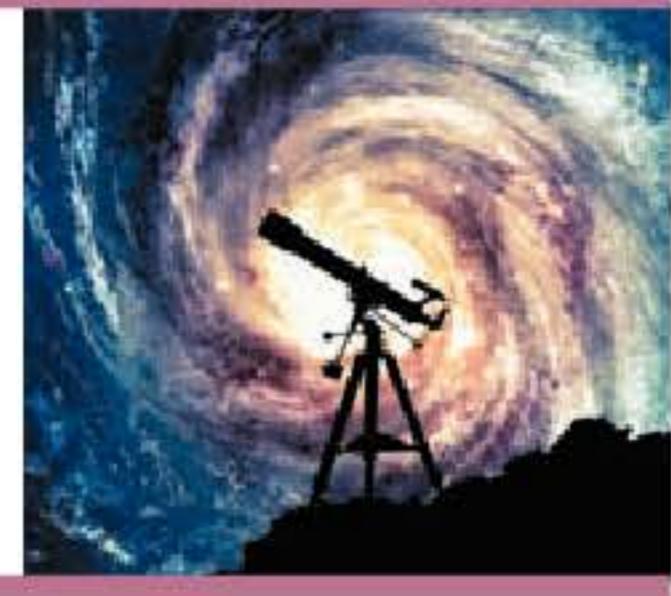


# ВВЕДЕНИЕ



**Астрономия как наука.** Приступая к изучению астрономии, необходимо знать, чем занимается эта наука, а также целесообразно составить предварительное представление о месте астрономии в системе других наук и ее роли в цивилизационном развитии общества.



**Астрономия** (от греч. «астрон» — звезда, светило и «номос» — закон) — наука о Вселенной, изучающая движение, строение, происхождение и развитие небесных тел и их систем.

Астрономия изучает Солнце и звезды, планеты и их спутники, кометы и метеорные тела, туманности, звездные системы и материю, заполняющую пространство между звездами и планетами, в каком бы состоянии эта материя ни находилась. Исследуя строение и развитие небесных тел, их положение и движение в пространстве, астрономия в конечном итоге дает нам представление о строении и развитии Вселенной в целом. Другими словами, астрономия изучает космические объекты, космические явления и космические процессы.

**Вселенная** — это весь окружающий мир, изучением которого занимаются помимо астрономии различные естественные науки: физика, химия, биология и др. Все они тесно связаны с астрономией и между собой. У каждой науки — своя цель, задачи, объекты познания, область использования, методы и инструменты исследований.

**Космические объекты** — это космические тела и космические системы. Под *космическими телами* мы будем понимать все физические тела, которые являются структурными элементами Вселенной. Основные типы космических тел — планетные тела, звезды, туманности и косми-

ческая среда. Астрономия изучает их основные физические характеристики, происхождение, строение, состав, движение и эволюцию.

*Космические системы* состоят из космических тел. Космические тела в космических системах обычно имеют общее происхождение (образуются в одно и то же время в одном и том же месте), взаимосвязаны силами тяготения и электромагнитными полями и перемещаются в пространстве как единое целое. В число основных типов космических систем входят планетные и звездные системы, галактики, Метагалактика и вся Вселенная. Системы космических тел обладают новыми качествами, не присущими отдельно взятым элементам этой системы. Так, звезды образуются только внутри гигантских космических систем — галактик; жизнь может существовать лишь на поверхности тел, входящих в планетные системы отдельных звезд, и т. д.



**Космическими явлениями** называются физические явления, возникающие при взаимодействии космических тел и протекании космических процессов.

Примерами космических явлений можно назвать существование спутников у массивных космических тел, движение планет, солнечную активность и т. д.



**Космические процессы** представляют собой совокупности физических процессов, лежащих в основе возникновения, существования и развития космических объектов.

Космические процессы обусловливают главные физические характеристики космических объектов и их систем, определяют основные этапы их эволюции, а также возникновение и протекание космических явлений. Примерами космических процессов можно назвать образование, существование и эволюцию звезд, планет, галактик и всей Вселенной.

**Особенности астрономических методов исследования.** При изучении небесных тел астрономия ставит перед собой три основные задачи, требующие последовательного решения:

1) изучение видимых, а затем и действительных положений и движений небесных тел в пространстве, определение их размеров и формы;

2) изучение физического строения небесных тел, т. е. исследование химического состава и физических условий (плотности, температуры и т. д.) на поверхности и в недрах небесных тел;

3) решение проблем происхождения и развития, т. е. возможного дальнейшего существования отдельных небесных тел и их систем.

Первая задача решается путем длительных наблюдений, начатых еще в глубокой древности, а также на основе законов механики, известных уже около 300 лет. Поэтому в этой области астрономии мы располагаем наиболее богатой информацией, особенно о небесных телах, сравнительно близких к Земле.

О физическом строении небесных тел мы знаем гораздо меньше. Решение некоторых вопросов, относящихся ко второй задаче, впервые стало возможным немногим более 100 лет назад, а основных проблем — лишь в последние годы.

Третья задача сложнее двух предыдущих. Для решения ее проблем накопленного наблюдательного материала пока еще недостаточно, и наши знания в этой области астрономии ограничиваются только общими соображениями и рядом более или менее правдоподобных гипотез.

Примерно до XIX в. перед астрономией стояли ограниченные задачи, касающиеся исследования небесных тел, относящихся к Солнечной системе. Объекты, находящиеся вне нашей Галактики, были недоступны для наблюдения, представления об устройстве Вселенной были чисто умозрительными. В современную эпоху, к началу XXI в., астрономия стала наукой, изучающей небесные тела и их системы во всем многообразии для выявления закономерностей пространственного распределения, кинематических и динамических свойств, строения и эволюции этих объектов.

Астрономия относится к естественным наукам, поэтому ее прогресс в значительной степени обусловлен достигнутым в тот или иной период уровнем других областей естествознания. Цель естественных наук — установление законов природы и познание мира, управляемого этими законами.

**Основные разделы астрономии.** Главными разделами астрономии являются: астрометрия, небесная механика, астрофизика, космогония и космология.

#### ***Астрометрия:***

- изучает положение, видимое и истинное движение небесных светил с составлением звездных карт и каталогов;

- занимается определением фундаментальных астрономических постоянных;
- решает задачи, связанные с основами измерения и счета времени, вычислением и составлением календарей;
- обеспечивает составление географических и топографических карт.

**Небесная механика** исследует движение космических объектов под действием сил гравитации с учетом действия давления излучения, сопротивления среды, изменения массы и других факторов. Опираясь на данные астрометрии и законы классической физики, ученые вычисляют траектории и характеристики движения космических тел и их систем. Небесная механика является теоретической основой космонавтики.

**Астрофизика** собирает и исследует важнейшие физические характеристики и свойства космических объектов, процессов и явлений. Она подразделяется на многочисленные разделы: теоретическая и практическая астрофизика, физика планет (планетология и планетография), физика Солнца, физика звезд, внегалактическая астрофизика и т. д.

**Космогония** изучает происхождение и развитие космических объектов и их систем.

**Космология** исследует происхождение, основные физические характеристики, свойства и эволюцию Вселенной. Ее теоретической основой являются современные физические теории, данные астрофизики и внегалактической астрономии.

**Структура и масштабы Вселенной.** Известная нам часть Вселенной образовалась в результате изменения энергетической плотности физического вакуума, сопровождавшегося выделением огромного количества энергии — по разным расчетам от 1,0108 до 1,088 кДж/см<sup>3</sup>. Этот процесс получил название «Большой взрыв». По мнению современных ученых, он произошел примерно 15 млрд лет назад. Что послужило причинами Большого взрыва? Был ли он случайным явлением или закономерным этапом развития материи Вселенной? Современная наука пока не может ответить на эти вопросы. Тем более остаются неизвестными состояние Вселенной до Большого взрыва и место, где он произошел.

Согласно расчетам ученых в момент начала Большого взрыва материя нашей части Вселенной была сосредоточена в точечном (или почти точечном) объеме и обладала бесконечно большой плотностью. Это состояние материи называется *сингулярностью*. Мы не имеем никаких матери-

альных свидетельств о происходивших в ту эпоху процес- сах. Существующие физические теории не могут описать материю в состоянии, близком к сингулярности. Предпо- лагается, что свойства пространства и времени были тогда качественно иными: пространство имело 10—11 измерений, обладало сложной «дышащей», изменяющейся структурой, а время дробилось на мельчайшие неделимые «капли».

Через 100 с после Большого взрыва Метагалактика со- стояла на 70 ... 75 % из протонов, электронов и других ча-стиц, на 25 ... 30 % из ядер гелия и менее чем на 1 % из ядер более тяжелых элементов. Электрически заряженные ча-стицы раскаленной плазмы взаимодействовали с электро-магнитным излучением: свет был нераздельно связан с ве-ществом.

**Роль астрономии в формировании современной картины мира.** Значение астрономии определяется ее вкладом в со-зование научной картины мира. Астрономические знания лежат в основе системы представлений о наиболее общих законах строения и развития Вселенной. Уровень развития астрономии определяет основы мировосприятия широких масс населения, формирует базовые идеи науки и особен-ности взглядов ученых.

Астрономия — древнейшая из наук. Данные археоло-гии свидетельствуют о том, что астрономические наблюде-ния проводились первобытными людьми выше 50 тыс. лет назад. Ряд ученых полагает, что зачатки астрономических знаний могли появиться у предков современного человека около 100 тыс. лет назад. У первобытных людей астрономия еще не выделялась в особую область познания, они воспри-нимали весь окружающий мир как единое одушевленное це-лое. Мифологический характер осмысления мира объединял «земное» с «небесным». Астрономия — единственная нау-ка, которая получила свою музу-покровительницу Уранию.

Потребность в астрономических знаниях для определе-ния времени, ориентации на местности, составления гео-графических карт и календарей стимулировала развитие вычислительной математики, геометрии и тригонометрии. Изобретение угломерных приборов привело к выделению астрономии из общей суммы человеческих знаний об окру-жающем мире в отдельную, первую из естественных наук. Это произошло 6 тыс. лет назад.

Начиная с эпохи образования государств Древнего мира до позднего Средневековья, объекты астрономии идеализи-ровались и противопоставлялись объектам земного мира.

Их характеристики и поведение не рассматривались в рамках зарождающихся «земных» наук — физики, химии, географии. Астрономия вносила огромный вклад в становление естественных наук (особенно географии), но сами они оказывали ничтожно малое влияние на ее развитие лишь через технологию создания астрономических инструментов.

*Первая революция в астрономии* произошла в различных регионах мира в разное время — в период между 1,5 тыс. лет до н.э. и II в. н.э. Ее обусловил прогресс математических знаний. Главными достижениями стали создание сферической астрономии и астрометрии, разработка универсальных точных календарей и геоцентрической теории. К началу XVI в. прогресс научно-технических знаний сократил разрыв в развитии астрономии и других естественных наук, а затем по своему уровню знания об окружающем мире превзошел астрономию, почти не развивавшуюся с начала нашей эры. Потребность приведения в единую систему всей суммы накопленных знаний вместе с первым мощным влиянием физики на астрономию — изобретением телескопа — привела к торжеству гелиоцентрической теории.

*Вторая революция в астрономии* (XVI—XVII вв.) была обусловлена накоплением знаний о природе, в первую очередь физических, и сама астрономия стимулировала первую революцию естественных наук в XVII—XVIII вв. Для науки того времени характерна теснейшая связь между астрономией и физикой. Все великие физики того времени были астрономами, и, наоборот, законы и теории физики выводились и проверялись на основе результатов астрономических наблюдений. Астрономические явления и свойства небесных объектов объяснялись на основе физических знаний. В астрономии исследовались не только видимое расположение и перемещение небесных светил, но и некоторые физические характеристики: движение, размеры и масса небесных тел. Установление единства законов природы для всей Вселенной, создание классической механики Ньютона и теории всемирного тяготения уничтожили противопоставление между «земным» и «небесным» и сделали астрономию одной из естественных наук.

Важнейшими достижениями астрономии нового времени стали:

- создание, объяснение и подтверждение гелиоцентрической теории, законов движения планетных тел, теории всемирного тяготения, небесной механики;
- изобретение оптических телескопов;

- открытие новых планет, спутников, пояса астероидов, комет, метеороидов;
- изучение основных характеристик Солнечной системы и входящих в ее состав космических тел, звездных систем и туманностей;
- создание первых научных космогонических и космологических гипотез.

Разработка новых методов астрономических наблюдений на основе физических открытий и увеличение мощности астрономических инструментов привели к значительному росту знаний о физической природе космических объектов, процессов и явлений. Появился новый обширный раздел современной астрономии — астрофизика. Исследования химического состава космических тел подтвердили материальное единство Вселенной. Были измерены межзвездные расстояния; открыты межзвездная среда, новые классы космических тел; установлены закономерности в физических характеристиках звезд; исследована структура Галактики. Однако астрономия оставалась в целом статичной — наблюдательной и оптической — наукой, которая изучала неизменную во времени Вселенную и регистрировала лишь видимое излучение космических объектов

Теоретические основы новой астрономической революции заложили труды А. Эйнштейна и А. А. Фридмана. Возникновение и развитие радиофизики, электроники, кибернетики и космонавтики обеспечило ее практические основы. Огромную роль сыграло создание новых методов исследования в физике, математике и вычислительной технике (появление электронных вычислительных машин — ЭВМ).

*Третья революция в астрономии (50—70-е гг. XX в.)* целиком обусловлена прогрессом физики и ее влиянием на технологию.

Астрономия стала новой наукой:

- всеволновой — космические объекты наблюдаются во всем диапазоне их излучения;
- экспериментальной — средства космонавтики позволяют проводить непосредственное изучение космических тел, явлений и процессов;
- эволюционной — космические объекты исследуются на протяжении всей эволюции и во взаимосвязи между собой.

Для современного ученого «земное» и «космическое» тесно взаимосвязаны. Законы классических наук — физики, химии, географии — являются следствиями действия

законов более высокого порядка, действующих во Вселенной. Космические объекты, явления и процессы оказывают влияние на протекание различных земных процессов. Они обусловили возникновение и существование биосферы Земли. Жизнь — закономерный этап развития материи и фактор космического порядка.

**Связь астрономии с другими науками.** По мере развития науки происходит углубление и расширение процесса познания. Современная наука стремится к всестороннему изучению всех своих объектов и установлению всеобщей связи процессов и явлений в единстве с окружающим миром. Наиболее тесно астрономия связана с физикой. Астрономия использует физические знания для исследования и объяснения природы космических объектов, явлений и процессов, а физика — данные астрономических наблюдений для проверки известных физических теорий, открытия новых физических явлений и закономерностей.

Космос стал естественной лабораторией, где физики могут исследовать явления и процессы, которые невозможно или крайне сложно воспроизвести на Земле. Астрофизики и физики в тесном содружестве изучают ядерные реакции в недрах звезд, взрывы звезд, нейтронные звезды и черные дыры, пульсации Вселенной и т.д. Физика высоких энергий и космология совместно разрабатывают теорию Великого объединения, сводящую виды физических взаимодействий к единому началу и объясняющую перспективы развития материального мира в целом. Взаимодействие астрономии и физики оказывает влияние на развитие не только других наук, но и техники, энергетики, различных отраслей экономики. Известными примерами стали появление и развитие космонавтики, разработка термоядерных реакторов, квантовых усилителей излучения (лазеров и мазеров) и т.д. Коренным образом изменились многие старые способы использования астрономических знаний. Так, в основе мировой Службы времени до середины XX в. лежали астрономические способы измерения и хранения времени.

В наши дни развитие физики привело к созданию более точных способов определения эталонов времени. Они стали использоваться астрономами для исследования явлений, лежавших в основе прежних способов измерения времени.

До середины XX в. главными способами определения географических координат местности, морской и сухопутной навигации были астрономические наблюдения. С появ-

лением радиофизики и космонавтики, широким применением радиосвязи и навигационных спутников отпала нужда в астрономических методах. Сейчас эти отрасли физики и технологии позволяют астрономам и географам уточнять форму и некоторые другие характеристики Земли.

Астрономию и химию связывают вопросы изучения происхождения и распространенности химических элементов в космосе, химическая эволюция Вселенной. Космохимия изучает химический состав и внутреннее строение космических тел, влияние космических явлений на протекание химических реакций, распределение химических элементов во Вселенной. Большой интерес для химиков имеет исследование химических процессов, которые из-за масштабов или сложности нельзя воспроизвести в земных лабораториях (состояние вещества в недрах планет, синтез сложных химических соединений в туманностях и т. д.).

Астрономию, географию и геофизику объединяет исследование Земли как одной из планет Солнечной системы:

- определение основных физических характеристик Земли (формы, параметров вращения, размера, массы и т. д.);
- изучение влияния космических факторов на географию Земли (строительство и состав земных недр и поверхности, рельеф и климат, изменения в атмосфере, гидросфере и литосфере);
- использование астрономических методов ориентации и определения координат местности.

Одним из новых направлений науки стало космическое землеведение — совокупность исследований Земли из космоса в целях научной и практической деятельности.

Взаимосвязь астрономии и биологии обусловлена взаимным влиянием следующих процессов, протекающих на Земле и в космосе:

1) эволюция неживой и живой материи идет от простого к сложному. Возникновение жизни на Земле подготовлено ходом эволюции неживой материи во Вселенной;

2) существование жизни на Земле определяется постоянством действия космических факторов: мощностью и составом солнечного излучения, неизменностью основных характеристик орбиты Земли и ее вращения, наличием магнитного поля и атмосферы;

3) развитие жизни на Земле во многом обусловлено плавными незначительными изменениями в действии космических факторов, сильные изменения ведут к катастрофическим последствиям;

4) на определенном этапе своего развития жизнь становится фактором космического масштаба, оказывающим влияние на физико-химические характеристики планеты: состав и температуру атмосферы, гидросфера и верхних слоев литосферы;

5) в настоящее время деятельность человечества становится фактором космического масштаба, оказывающим воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу Земли и околоземное космическое пространство, а в перспективе — на всю Солнечную систему. Экологические проблемы начинают играть особую роль в существовании человечества; экология становится космической наукой;

6) разумная деятельность сверхцивилизаций может оказывать влияние на эволюцию неживой и живой материи в масштабах Галактики и даже Метагалактики.

Астрономы и биологи совместными усилиями решают проблемы:

1) возникновения и существования жизни во Вселенной (экзобиология);

2) процессов, лежащих в основе космическо-земных связей (гелиобиология и космическая экология);

3) космонавтики (космическая биология и медицина);

4) возникновения и существования, путей развития внеземных цивилизаций (ВЦ), связи и контакта с ними;

5) роли человека и человечества во Вселенной (возможность зависимости космической эволюции от биологической и социальной).

Астрономия изучает развитие космических объектов на всех уровнях организации неживой материи так же, как биология изучает развитие живой материи. Космические объекты можно классифицировать по тем же принципам, которые используются в биологии для классификации живых организмов. Все остальные естественные науки не являются эволюционными. Действие фундаментальных законов физики извечно и не зависит от времени, необратимые процессы исследуются лишь в некоторых разделах физики (термодинамике). Законы химии тоже обратимы и могут рассматриваться как описание физических взаимодействий электронных оболочек атомов. География и геология в самом широком смысле являются разделами астрономических наук планетологии и планетографии.

Астрономия имеет связь не только с естественными и математическими, но и с общественными и гуманитарными науками. Связь астрономии с наукой наук — филосо-

фией — определяется тем, что астрономия как наука имеет не только специальное, но и общечеловеческое значение, поскольку вносит наибольший вклад в выяснение места человечества во Вселенной, в изучение отношений «Человек — Земля — Вселенная».

**Резюме.** Астрономия занимает особое место в системе естественно-научных знаний, так как она затрагивает глубинные вопросы существования человека в окружающем мире. Астрономия — это наука, которая расширяет границы познания человека и позволяет развивать новые отрасли науки.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что изучает астрономия?
2. Какие этапы в развитии астрономии можно выделить?
3. Почему именно астрономия вносит наибольший вклад в определение и изучение отношений в системе «Человек — Земля — Вселенная»?

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Представить графически (в виде схемы) взаимосвязь астрономии с другими науками, подчеркивая самостоятельность астрономии как науки и уникальность предмета ее изучения.

### ТЕМЫ ДОКЛАДОВ

1. Первые государственные обсерватории в Европе.
2. Современные космические обсерватории.
3. Современные наземные обсерватории.
4. История развития отечественной космонавтики. Составьте календарь событий развития космонавтики в нашей стране, соблюдая хронологический порядок.
5. Первый искусственный спутник Земли и полет в космос Ю.А. Гагарина. Составьте фотогалерею (не менее 10 фотографий) о полете первого искусственного спутника и полете Ю.А. Гагарина в космос, используя Интернет, сделайте краткое пояснение к каждой фотографии, указав значимость событий для науки и человечества.
6. Достижения современной космонавтики. Сделайте презентацию о главных достижениях современной космонавтики.