**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего профессионального образования**

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ФГБОУ ВПО «КубГУ»)**

**Физико-технический факультет**

**Кафедра оптоэлектроники**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**ИССЛЕДОВАНИЕ АСТРОКЛИМАТА ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫМИ МЕТОДАМИ**

Работу выполнила Миронцева Ольга Алексеевна

Курс 2

Специальность 11.03.01 - Радиотехника

Научный руководитель

Преподаватель В.А. Иванов

Нормоконтролер инженер \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Лысенко

Краснодар 2018

РЕФЕРАТ

Миронцева О.А. Курсовая работа 27 с., 1 табл.,3 рисунка, 7 источников. ИССЛЕДОВАНИЕ АСТРОКЛИМАТА ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫМИ МЕТОДАМИ.

В данной курсовой работе рассматриваются в основном влияние внешних факторов на астрономический климат. Местности, где астроклимат наименее загрязнен.

Наиболее важные аспекты, которые будут изучены в работе:

1. Что такое астроклимат?
2. Что влияет на астроклимат?
3. Астроклимат в горной и городской местностях.
4. Методы борьбы с «загрязнением» астроклимата.
5. Принцип наблюдения астроклимата.
6. Приборы для исследования.

В ОГЛАВЛЕНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc418778887)

[1 Астроклимат](#_Toc418778888) 5

[1.1 Астроклимат](#_Toc418778889) 5

2.Влияние на астроклимат 6

 [2.1 Прозрачность атмосферы](#_Toc418778889) 6

[2.2 Качество изображения неба.](#_Toc418778890) 8

 [2.3 Загрязнение ночного неба искусственным светом.](#_Toc418778893) 10

3. Астроклимат в горной местности 12

4. Астроклимат в городской местности 14

 4.1 Методы борьбы с городской засветкой 16

5. Принципы астрометрических наблюдений 17

[5.1 Основные задачи современной астрометрии](#_Toc418778894) 17

[5.2 Основоной прибор для исследования астроклимата 1](#_Toc418778895)7

[6. Астрофизическая оптическая обсерватория кубгу 2](#_Toc418778896)2

[6.1 Астрофизическая оптическая обсерватория кубгу 2](#_Toc418778897)2

[6.2 Оптические инструменты обсерватории 2](#_Toc418778898)3

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 2](#_Toc418778899)6

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ](#_Toc418778900) 27

**ВВЕДЕНИЕ**

Астроклиматические исследования можно раз- делить на две фазы: экспедиционные, с целью выбора места для обсерватории, и стационарные, выполняемые на уже основанной обсерватории. Эти фазы различаются как по продолжительности, так и по уровню кадрового обеспечения и технической оснащенности исследований. В отдельных случаях место для обсерватории определенного профиля выбиралось с предпочтением, отдаваемым избранным астроклиматическим характеристикам.

Целью данной работы являлся исследование астроклимата в районе астрофизической обсерватории КубГУ оптико-электронными методами.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

-изучить оборудование Астрофизического комплекса КубГУ

-провести обзор литературы и интернет ресурсов по вопросам астроклимата

-изучить карту Светового загрязнения.

**1.АСТРОКЛИМАТ**

**1.1 АСТРОКЛИМАТ**

**Астроклимат** (**Астрономический климат**) — совокупность [атмосферных](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0) условий, влияющих на качество [астрономических наблюдений](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%8F). Важнейшие из них — [прозрачность воздуха](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%B0%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D1%83%D1%85%D0%B0&action=edit&redlink=1), степень его однородности (влияющая на «резкость» изображения объектов), величина фонового свечения атмосферы, суточные перепады температуры и сила ветра. В [оптическом диапазоне](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%BD) прозрачность земной атмосферы достаточно велика: свет звезды, находящейся в зените, при наблюдении с уровня моря ослабляется на 25-50 % (слабее — у красного, сильнее — у голубого конца [спектра](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80)), а с высоты современной горной [обсерватории](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F) (2500-3000 м) в среднем на 20 %. В [ультрафиолетовом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%82) (УФ) диапазоне прозрачность атмосферы резко снижается: для волн короче 280 нм она практически непрозрачна. В [инфракрасном](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) (ИК) диапазоне прозрачность атмосферы очень неоднородна: существует несколько мощных полос поглощения молекулами кислорода и воды. Поэтому для наблюдения в близком ИК диапазоне телескопы устанавливают в сухих высокогорных районах, например в чилийской пустыне [Атакама](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%90%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B0) или на вершинах древних [гавайских вулканов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%83%D0%BD%D0%B0-%D0%9A%D0%B5%D0%B0) (высота более 4000 м).

**2.Влияние на астроклимат**

**2.1 ПРОЗРАЧНОСТЬ АТМОСФЕРЫ.**

В оптическом диапазоне прозрачность земной атмосферы достаточно велика: свет звезды, находящейся в зените, при наблюдении с уровня моря ослабляется на 25–50% (слабее – у красного, сильнее – у голубого конца спектра), а с высоты современной горной обсерватории (2500–3000 м) в среднем на 20%. Но атмосферное поглощение меняется в зависимости от высоты светила над горизонтом. При наблюдении звезды в зените луч света проходит минимальный путь через атмосферу и поэтому испытывает минимальное поглощение. Чем больше угловое расстояние звезды от зенита, тем длиннее путь луча в атмосфере и, соответственно, сильнее ослабление света.

Для того чтобы исправить наблюдаемую яркость светила за дополнительное поглощение света в атмосфере (как говорят, «привести наблюдения к зениту»), к наблюдаемой звездной величине необходимо прибавить следующие величины (Dm):

Таблица приведения наблюдения к зениту

|  |  |
| --- | --- |
| Высота звезды над горизонтом | Dm |
| 90 | 0,0 |
| 70 | 0,01 |
| 50 | 0,06 |
| 40 | 0,12 |
| 30 | 0,23 |
| 20 | 0,43 |
| 15 | 0,65 |
| 10 | 0,99 |
| 5 | 1,77 |
| 3 | 2,61 |
|  |

Эти поправки даны для высоты местности на уровне моря; при увеличении высоты они уменьшаются. При этом имеется в виду, что качество неба отличное. При худшем качестве неба (высокая влажность или запыленность, перистые облака) поправка становится все больше и неопределеннее, особенно вблизи горизонта.

В ультрафиолетовом (УФ) диапазоне прозрачность атмосферы резко снижается: для волн короче 280 нм она практически непрозрачна. В инфракрасном (ИК) диапазоне прозрачность атмосферы очень неоднородна: существует несколько мощных полос поглощения молекулами кислорода и воды. Поэтому для наблюдения в близком ИК диапазоне телескопы устанавливают в сухих высокогорных районах, например в чилийской пустыне Атакама или на вершинах древних гавайских вулканов (высота более 4000 м). В далеком ИК и в УФ диапазонах наблюдения возможны только с космических станций.

Как например, пишет В.Г. Корнилов в своей статье «ПОЧЕМУ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОБСЕРВАТОРИИ РАСПОЛОЖЕНЫ В ГОРАХ» : «В земной атмосфере кроме молекулярного имеется рассеяние света на аэрозолях – мельчайших частицах пыли, сажи, воды, взвешенных в воздухе. Светящиеся ореолы вокруг ярких объектов возникают вследствие именно этого рассеяния, оно также вызывает ослабление света. Содержание аэрозолей в атмосфере меняется, поэтому и вызываемые ими эффекты также переменны. Кроме того, земная атмосфера не является однородной средой с плавно меняющимися характеристиками. Турбулентное перемешивание слоев воздуха, имеющих различную температуру, приводит к хаотичному появлению областей более холодного или более теплого воздуха размерами от миллиметров до сотен метров. Эти температурные неоднородности вызывают соответствующие изменения коэффициента преломления воздуха. Проходя через эти неоднородности первоначально плоский фронт световой волны искажается. Нерегулярные искажения волнового фронта приводят к случайным смещениям изображения звезды (изображение как бы дрожит), нерегулярным расплыванием изображения (эффект характерен для средних и крупных телескопов), хаотическому изменению яркости изображения (мерцание звезд).»

**2.2 КАЧЕСТВО НЕБА**

При выборе места для строительства обсерватории астрономов в первую очередь интересует количество ясного ночного времени. Оно измеряется в суммарном годовом количестве часов безоблачного неба в период астрономической ночи, когда погружение Солнца под горизонт превосходит 18 градусов и уже не заметны сумеречные явления. Для старых университетских обсерваторий, размещенных вблизи крупных городов Европы, это время составляет порядка 200–300 часов в год (Пулково, Рига, Москва); для горных обсерваторий, располагающихся в южной части бывш. СССР (Крым, Кавказ, Казахстан, Узбекистан), это 1000–1500 час, а для наиболее современных обсерваторий в горах Чили и на Гавайях – 2500–3000 час.

Однако даже совершенно ясная ночь может не удовлетворять астрономов по качеству изображения объектов. Воздушные слои разной плотности по-разному преломляют световой луч. Если воздух спокоен, это приводит лишь к смещению изображения как целого. Но если слои воздуха с различной температурой, а следовательно и плотностью, хаотически перемешаны, то изображение звезды дрожит и размывается, мелкие детали на поверхности планет не видны, точно измерять положение и яркость звезд невозможно. Качество изображения обычно характеризуют угловым диаметром кружка, в виде которого предстает изображение звезды в телескопе. Приемлемым для наблюдений считается качество изображения в 2–3І, весьма хорошим – в 1І. На лучших высокогорных обсерваториях бывают изображения в 0,5І и даже 0,35І. Далеко не каждая ясная ночь отличается высоким качеством изображения. В частности, ветреная погода ухудшает качество изображения – звезды сильно мерцают и дрожат; это связано с усилением турбулентности в атмосфере.

Поскольку крупный телескоп стоит очень дорого, а эффективность его работы прямо зависит от астроклимата в пункте наблюдения, астрономы посвящают немало сил выбору места для строительства обсерватории. Предварительный отбор перспективных мест производится на основе метеорологической информации, а затем организуются многомесячные (иногда и многолетние) экспедиции для изучения выбранных мест. С помощью небольших экспедиционных приборов, имитирующих наблюдение с крупным телескопом, проводятся измерения качества изображений звезд в разные сезоны года. Окончательное решение о строительстве обсерватории принимается, исходя из полученных экспедициями результатов и, в немалой степени, экономических обстоятельств: наличия электрических и водных источников, морских портов, аэродромов и дорог, поскольку доставка и монтаж большого телескопа и прежде всего его многометрового зеркала представляет сложную транспортную проблему.

Даже в самых хороших, с точки зрения астроклимата, горных вершинах, таких, как Серро-Параналь в чилийской пустыне Атакама, Мауна-Кеа на о.Гавайи, Рока-де-лос-Мучачос на о.Ла-Пальма в архипелаге Канарских островов, прозрачность атмосферы и качество изображения непрерывно изменяются. Поэтому астроном-наблюдатель регулярно делает записи в журнале наблюдений с указанием состояния неба и размера изображения звезд. При высокоточном измерении блеска переменных звезд приходится до и после измерения изучаемой звезды определять также блеск специально выбранных звезд сравнения («стандартов»), про которые известно, что они светят очень стабильно, поэтому изменение их видимой яркости целиком связано со свойствами [атмосферы Земли](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/ATMOSFERA_ZEMLI.html).

Одним из простых способов дать количественную оценку качества неба является указание на самую слабую звезду, видимую невооруженным глазом. Хотя каждый человек по-своему определяет самую слабую звезду, в среднем эта величина примерно одинакова для всех людей с нормальным зрением. Индивидуально для каждого наблюдателя такой метод определения качества неба дает весьма надежную относительную оценку. Для определения слабейшей из видимых звезд принято использовать область неба вблизи северного полюса мира. Эта область имеет несколько преимуществ: на средних северных широтах она незаходящая; ее высота не меняется в течение ночи и года, так что изменением прозрачности атмосферы с высотой можно пренебречь. В этой области нет ярких звезд и не бывает планет, которые бы слепили глаза. Слабые звезды довольно далеки друг от друга и поэтому легко отождествляются. Кроме того, поле вокруг Полярной звезды имеет простую конфигурацию и легко запоминается.

**2.3 ЗАГРЯЗНЕНИЕ НОЧНОГО НЕБА ИСКУССТВЕННЫМ СВЕТОМ**.

Помимо естественных факторов, влияющих на астроклимат, в 20 в. он испытал существенное влияние цивилизации. Важнейшим отрицательным фактором стало ночное освещение городов, сделавшее невозможным проведение в них астрономических наблюдений.

На протяжении 20 в. большинство людей лишилось захватывающего вида Вселенной, которым могли наслаждаться их предки в любую ясную ночь. Распространение электрического освещения и рост городского населения стали причиной быстрого роста яркости неба над городами. Немногие из современных людей видели первозданное темное небо. Для городского жителя усыпанное звездами небо доступно только в планетарии. Комета Хейла – Боппа (1997) была самой зрелищной кометой нашего времени, но из-за засветки городов для большинства людей она выглядела как едва заметный размытый шарик. Даже в сельской местности слабое дворовое освещение часто затмевает великолепие ночного неба.

Избыток ночного освещения не только вызывает увеличение яркости неба, но и в целом отрицательно влияет на окружающую среду, вмешиваясь в естественные ритмы биосферы. Избыточное освещение вызывает и прямые формы загрязнения окружающей среды, связанные с добычей, транспортировкой и сжиганием угля и нефти. Лишний свет в основном связан с плохой конструкцией фонарей, рассеивающих лучи горизонтально и вверх, в небо. Этот свет ослепляет водителей и пешеходов, подвергая их жизнь риску. При этом бессмысленный расход электроэнергии составляет по всему миру миллиарды долларов в год.

Очень чувствительна к искусственной засветке неба астрономия. Большинство наблюдений, особенно в области внегалактических исследований и космологии, теперь можно проводить лишь в местах, удаленных от крупных городов на сотни километров. Некоторые старые обсерватории, такие, как Дэнлоп в Онтарио (Канада), Маунт-Вильсон в Калифорнии (США), Пулковская (Санкт-Петербург) и Московская в России, очень страдают от городской засветки неба. Новые обсерватории располагают в удаленных местах, а любителям астрономии приходится уезжать далеко за город, чтобы проводить свои наблюдения.

На территории каждой обсерватории ночное освещение делается минимально ярким, а нередко и полностью отключается во время наблюдений. Но, к сожалению, свет большого города, расположенного даже в 100 км от обсерватории, лишает астрономов возможности наблюдать слабые объекты. Поэтому ученые обращаются к местным властям и населению с просьбой о сохранении темноты ночного неба.

Проблема ночной засветки неба была решена с помощью местных властей в ряде крупных обсерваторий Аризоны и Калифорнии. Избежать засветки позволяют фонари с закрытыми лампами, направляющие свет только вниз. В этом случае сам источник света остается невидимым со стороны, в отличие от обычных уличных и дворовых фонарей. К тому же возникает существенная экономия энергии за счет снижения потерь света. Дополнительная экономия достигается при использовании более эффективных ламп, требующих меньше энергии для получения требуемого количества света.

Существует Международная ассоциация темного неба (International Dark-Sky Association, IDA).

**3.АСТРОКЛИМАТ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ**

Во второй половине XIX века исследования показали, что мешающее влияние атмосферы можно ослабить, располагая телескопы в горах. Первые действительно высокогорные обсерватории были созданы для солнечных исследований в попытке значительно уменьшить рассеяние света в земной атмосфере.

 Для многих задач оптической астрономии главной является именно эта характеристика места наблюдения: исследование предельно слабых объектов, достижение высокого углового разрешения, спектроскопия высокого разрешения, – но и качество изображения, как правило, лучше на высокогорных обсерваториях.

Для определенных задач астрономии нужны не столь крупные инструменты, сколько определенные условия для проведения наблюдений

Все лучшие обсерватории мира стоят высоко в горах, максимально далеко от цивилизации. Горы обеспечивают чистый воздух, лес – спокойную атмосферу, а удаленность от цивилизации гарантирует глубокое и темное небо, на котором видны даже самые далекие звезды, туманности и галактики.
Именно в таких условиях телескоп покажет, на что он действительно способен.

В горах атмосфера более стабильная (разряженная) для наблюдений. Важно, чтобы климат в горах был сухим и, практически, не было осадков, чтобы снизить простои в работе из-за непогоды. В этом смысле Чилийская обсерватория находится в уникальном месте. В высокогорной пустыне - Атакама, дождь или снег там, большая редкость. В горах меньше толщина слоя мешающей атмосферы. Практически нет радиопомех искусственного происхождения, свобода от искусственного освещения.

Не каждые горы подходят для размещения обсерваторий, в России горы Кавказа - лучшее место для астрономических наблюдений.

Тем не менее, поскольку в обсерваториях трудится квалифицированный персонал и регулярно приезжают ученые, по возможности стараются размещать обсерватории не очень далеко от научных и культурных центров и транспортных узлов.

Как писал в своей статье Корнилов В . Г. «Почему астрономические обсерватории расположены в горах»: «Первые действительно высокогорные обсерватории были созданы для солнечных исследований в попытке значительно уменьшить рассеяние света в земной атмосфере. Именно рассеяние солнечного света, мешающее изучать такие феномены, как солнечная ко-Рона и протуберанцы, заставляет астрономов ехать ку-Да угодно, лишь бы наблюдать их в момент солнечного затмения. Подъем на высоту от 2 до 3 км (пик дю Миди Во Франции, Сакраменто пик в США, Кадайканал в Индии) действительно позволил исследователям Солнца получить новые значительные результаты, особенно, после того, как французский астроном Лио нашел эффективный способ борьбы с рассеянием света в самих солнечных телескопах.»

**4. АСТРОКЛИМАТ В ГОРОДЕ**

В городских условиях, не хуже, чем на высокогорье, можно наблюдать Солнце, Луну, планеты Солнечной системы с наиболее яркими спутниками. В соответствии с проницающей способностью телескопа доступны двойные и переменные звёзды, астероиды, в том числе и такие важные для науки явления, как покрытие звёзд астероидами или явления в системах спутников планет. Не имеет смысла в городе пытаться визуально открыть новую комету, здесь неблагоприятны условия для наблюдения метеорных потоков. Кроме визуальной звёздной величины, как ограничивающего фактора, на передний план выходит ещё одна характеристика — поверхностная яркость — яркость объекта, отнесённая к его площади. Объекты с низкой поверхностной яркостью в условиях городской засветки наблюдать очень трудно, а зачастую просто невозможно.

Основные факторы, ухудшающие астроклимат в городе, прежде всего, это искусственная засветка неба или "световое загрязнение".

Рис. 1. Карта засветки Краснодарского края.



Искусственная засветка делится на местную и общую. Местная засветка — это близлежащие фонари, прожектора, окна домов или промышленные объекты. Вклад подобных источников в городскую засветку незначителен, но из-за близости к наблюдателю освещённость от них существенна, но локализована в определённом направлении. В небольших городах, где основную долю постороннего света дают окна домов, интенсивность засветки существенно изменяется в течение ночи, достигая максимума в 21-22 часа местного времени и минимума в 2-3 часа.

Общая засветка представляет собой суммарное свечение всех городских источников света, рассеянное на аэрозолях и молекулах воздуха. Рассеивание света на аэрозолях (дым, туман) — очень важный фактор, один и тот же уровень искусственной засветки производит совершенно разный эффект на прозрачном и замутнённом аэрозолями небе. При загрязнённой атмосфере видно резкое нарастание свечения неба к горизонту, начиная от высоты в 45º. В этом случае цвет неба меняется от чёрного в зените до белесого, с увеличением зенитного расстояния видны только яркие звёзды. Напротив, в ночи с высокой прозрачностью Млечный Путь виден до самого горизонта.

Кроме искусственной засветки, существует естественное свечение неба, которое складывается из суммарного свечения всех космических объектов и свечения земной атмосферы. В городе и за его пределами уровень естественной засветки одинаков. Наибольшую яркость в естественном фоне неба имеет красный кислородный дублет с длиной волны 630 и 636 нм. Минимум яркости приходится нафиолетовую часть спектра в районе 410 нм. По этой причине естественный фон неба имеет красноватый оттенок, его показатель цвета (B−V) ≈ +0,9. Яркость фона неба увеличивается к горизонту, особенно на зенитных расстояниях более 60° (рис. 2).

Этот эффект заметен глазом, когда наблюдатель находится в полевых условиях. Если в воздухе находится большое количество аэрозолей (пыль, дым, туман, смог), то яркость неба к горизонту резко увеличивается, а в случае полного отсутствия засветки, наоборот, снижается за счёт увеличенного светопоглощения

**4.1МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ГОРОДСКОЙ ЗАСВЕТКОЙ.**

Самый простой способ уменьшить яркость засвеченного неба — удалиться на максимально возможное расстояние от источников света. Даже переезд из центра на окраину крупного города уменьшает яркость фона неба в несколько раз.

В крупных городах основная доля постороннего света приходится на бытовые лампы накаливания и галогенные лампы (автотранспорт, подсветка), меньший вклад дают люминесцентные фонари. Поскольку ртутные и натриевые лампы излучают свет только в определённых линиях, а небулярные объекты, напротив, этих линий не содержат, появляется возможность блокировать засветку люминесцентных источников света. Это делается с помощью специальных интерференционных фильтров, которые пропускают участки спектра вблизи основных линий излучения туманностей, но блокируют весь остальной свет. Поскольку городские источники освещения имеют разные спектральные характеристики, полностью устранить городскую засветку с помощью фильтров нельзя, её можно лишь ослабить в той или иной степени. Нужно сказать, что спектр искусственной засветки во многом зависит от конкретного города, местного времени и даже времени года.

**5.ПРИНЦИП НАБЛЮДЕНИЯ АСТРОКЛИМАТА**

**5.1 Основные задачи современной астрометрии**

Первоначально задачей астрометрии было измерение положения звезд с целью определения по ним географических координат для [навигации](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F). Если географические координаты известны, то отмечая момент прохождения светила через небесный меридиан, можно узнать [местное солнечное время](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%8F).

Основные цели современной астрометрии:

1) Создание нового фундаментального каталога, относительно удовлетворяющего требуемым для современных наблюдений критериям универсальности;

2) Усовершенствование опорной системы отсчёта на Земле. Проверка теории относительности, уточнение её фундаментальных параметров;

3) Создание универсальной карты неба, имеющей преимущества перед уже имеющимися фотографическими обзорами;

4) Получение астрометрических параметров для как можно большего количества различных объектов в нашей галактике;

5) Изучение эффекта [микролинзирования](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B7%D0%B0%22%20%5Co%20%22%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B7%D0%B0), в том числе его влияния на построение фундаментальной опорной системы;

6) Накопление мониторинговых наблюдений для улучшения теорий движения Земли и тел Солнечной системы.

**5.2 ОСНОВОНОЙ ПРИБОР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АСТРОКЛИМАТА**

Основным астрономическим прибором является телескоп. Телескоп с объективом из вогнутого зеркала называется рефлектором (рис.2) , а телескоп с объективом из линз — рефрактором (рис 3).



Рис. 2. Крупнейший в мире советский телескоп-рефлектор с диаметром зеркала 6 м.



Рис. 3. Двойной рефрактор-астрограф Московского университета для рассматривания и фотографирования небесных светил.

Назначение телескопа — собрать больше света от небесных источников и увеличить угол зрения, под которым виден небесный объект.

Возможность наблюдения предельно слабых точечных объектов определяется получением с помощью телескопа более высокого светового контраста между объектом и фоном ночного неба. Этот контраст тем выше, чем меньше диаметр изображения объекта, построенного телескопом, и чем лучше астроклиматические условия работы телескопа.

Как выяснилось, качество телескопического изображения снижается из-за помех, вносимых приземным слоем атмосферы. Поверхность Земли благодаря собственному тепловому излучению в ночное время значительно охлаждается и охлаждает прилегающий к ней слой воздуха. Изменение температуры воздуха на 1 градус изменяет его показатель преломления на 10-6, что уже сказывается на качестве изображения. На изолированных горных вершинах толщина приземного слоя воздуха со значительным перепадом (градиентом) температуры может достигать несколько десятков м. В долинах и на равнинных местах в ночное время этот слой значительно толще, он может составлять сотни метров. Этим объясняется выбор мест для астрономических обсерваторий на отрогах горных хребтов и на изолированных вершинах, откуда более плотный холодный воздух может стекать в долины. Высоту башни телескопа выбирают такой, чтобы инструмент находился выше основной области температурных неоднородностей.

Важным фактором астроклимата является ветер в приземном слое атмосферы. Перемешивая слои холодного и тёплого воздуха, он вызывает появление неоднородностей плотности в столбе воздуха над инструментом. Неоднородности, размер которых меньше диаметра телескопа, приводят к дефокусировке изображения. Более крупные флуктуации плотности не вызывают резких искажений фронта волны и приводят в основном к смещению, а не к дефокусировке изображения. Низкочастотные (0,01 -10 Гц) смещения изображения могут быть скомпенсированы автоматикой телескопа.

В верхних слоях атмосферы (в тропопаузе) также наблюдаются флуктуации плотности и показателя преломления воздуха. Но возмущения в тропопаузе не влияют заметно на качество изображений, даваемых оптическими приборами, т. к. температурные градиенты там значительно меньше, чем в приземном слое. Эти слои вызывают не дрожание, а мерцание звёзд.

Флуктуации, меняющие наклон волнового фронта (вносящие т. н. угловые искажения), снижают эффективность телескопов, но не сказываются заметно на работе интерференционных приборов. В двухлучевом интерферометре Майкельсона два изображения точечного объекта (звезды) могут под действием факторов астроклимата смещаться и деформироваться независимым образом. Однако изображения, имеющие вид дифракционных пятен, сравнительно велики, они всегда частично перекрываются (см. Спеклинтерферометрия). Слегка колеблющиеся интерференционные полосы постоянно видны во взаимно перекрывающейся части дифракционных пятен. По смещению интерференционных полос можно оценить характер т. н. фазовых искажений, вызванных астроклиматом над прибором. Фазовые искажения обусловлены задержкой отдельных участков фронта волны неоднородностями атмосферы. Обычно при достаточно малых угловых возмущениях волнового фронта его фазовые искажения также оказываются весьма незначительными. Поэтому изучение угловых искажений волнового фронта (дрожание изображения) является более чувствительным методом исследования астроклимата.

Исследование астроклимата двухлучевым прибором (ДЛП) широко применяется для выбора места установки крупных телескопов. Расстояние между пучками лучей, поступающими в ДЛП, выбирается приблизительно равным диаметру телескопа, который будет в этом месте установлен. ДЛП позволяет изучить дрожание для лучей, соответствующих краевой зоне зеркала телескопа, которая наиболее эффективно собирает свет. Результаты этих исследований дают возможность определить качество изображений, которые будет давать крупный телескоп в аналогичных условиях.

К важным этапам исследования астроклимата относится изучение микропульсаций температурыры с помощью малоинерционных термометров. Поднимая эти термометры над поверхностью Земли, определяют толщу слоя температурных неоднородностей.

При астроклиматических исследованиях необходимо установить связь между числом ясных дней, регистрируемых метеослужбой, и числом ночей, пригодных для астрономических наблюдении. «Проведённый для территории СССР астроклиматический анализ показывает, что наивыгоднейшими районами установки крупных телескопов является некоторые горные районы среднеазиатских республик». - П. В. Щеглов, "Физика Космоса", 1986

**6Астрофизическая оптическая обсерватория КубГУ**

**6.1 Астрофизическая оптическая обсерватория КубГУ**

Единственная на Кубани Астрофизическая оптическая обсерватория является научно-образовательным центром по наблюдениям естественных и искусственных космических объектов, входит в структуру кафедры оптоэлектроники физико-технического факультета Кубанского госуниверситета. Начала работать в 1957 году как Станция оптических наблюдений искусственных спутников Земли (ИСЗ). Астрономические башни, наблюдательные площадки и помещения обсерватории возведены на главном корпусе КубГУ, венчают здание университета. Обсерватория располагает крупнейшим в Южном федеральном округе оптико-электронным телескопом с диаметром зеркала 508-мм и другими оптическими инструментами. Наличие специализированных телескопов и более благоприятных на Кубани, чем во многих других областях России, астроклиматических условий позволяет эффективно выполнять наблюдения небесных тел. Обсерватория тесно сотрудничает со Специальной астрофизической обсерваторией Российской академии наук, Звенигородской обсерваторией Института астрономии РАН. Астрофизическая оптическая обсерватория КубГУ внесена в международный реестр астрономических обсерваторий, ей Центром малых планет (Гарвард, США) Международного астрономического союза присвоен код С-40. Направления работы обсерватории:

- позиционные наблюдения низкоорбитальных и геостационарных искусственных спутников Земли;

- астрометрические и астрофизические наблюдения малых тел Солнечной системы (астероидов, комет, метеоритов);

- фотометрия сверхновых звезд в ближайших (соседних) галактиках;

- образовательная деятельность (обеспечение учебного процесса по астрономии и астрофизике).

**6.2Оптические инструменты обсерватории**

• 508-мм, светосилой 1:8, роботизированный телескоп системы Ричи-Кретьена, установленный на монтировке Парамаунт;

• 305-мм, светосилой 1:10, телескоп системы Шмидта-Кассегрена;

• 203-мм, светосилой 1:10, телескоп системы Шмидта-Кассегрена;

• 203-мм, светосилой 1:5, рефлектор системы Ньютона;

• 180-мм, светосилой 1:3, спутниковый телескоп системы Гамильтона;

• 150-мм, светосилой 1:15, цейссовский телескоп системы Менисковый - Кассегрен;

• 2 бинокуляра 110 и 150-мм, телескопы Мицар.

508-мм рефлектор установлен в астрономической башне с куполом диаметром 4 метра, изготовленным в Специальной астрофизической обсерватории РАН. Остальные телескопы размещены в астрономических павильонах диаметром 2,4 метра канадского производства.

* АТ-1 — астрономическая труба (6х50мм)1957-1961 год
* Бинокуляр ТЗК (Труба зенитная командирская) (1959—1964) (12х80мм)
* Бинокуляр ТЗК М (1959—1964) (12х80мм)
* Бинокуляр БМТ 110М (20Х110) (с 1961 по 1993 год) (20х110мм)
* НАФА 3С-25 (Уран 9, 100/250мм) — фотографическая камера (с 1957 до конца 60 -х годов) (D = 100 мм, F = 250 мм)
* 3С-50 (Индустар 52, 100/500мм) — фотографическая камера (с 1957 до конца 60 -х годов) (D = 100 мм, F = 500 мм)
* В обсерватории установлены 6 куполов: один 4 метра (новый 4-х метровый купол производства САО РАН, установлен 18 июля 2009 года). Пять канадских куполов диаметром 2,4 метра.

Бинокуляры:

* 25-35х 150 м

Телескопы:

* Военный телескоп для наблюдений ИСЗ: зеркально-линзовая камера системы Слифогта с 530-мм мениском (в 1987 году ИНАСАН передал комплект оптики находящейся в Симеизской обсерваторией)[2] (D = 503 мм, F = 3000 мм) — KT-50
* Астросиб RC 508 — 20" Ричи-Кретьен (Савельев Антон, № 0001) (D = 508 мм, F = 4064 мм)
* 18-см Гамильтон Интес-Микро (D = 180 мм, F = 540 мм)
* Рефрактор 156 мм — гид с КСТ-1 (2 шт) (D = 156 мм, F = 960 мм) —
* Цейсс-150 Менискас (Менисковый — Кассегрен) (D = 150 мм, F = 2250 мм) (1973г)
* Мицар (2 шт) (D = 110 мм, F = 806 мм)
* MEADE 90ЕТХ (D = 90 мм, F = 1250 мм) (Максутов-Кассегрен)
* MEADE 8 LX90 (D = 203 мм, F = 2000 мм) (Шмидт-Кассегрен)
* MEADE 12" LX200 (D = 305 мм, F = 3048 мм) (2004 год) (Шмидт-Кассегрен)

Приемники излучения (ПЗС-камеры):

* ST-6 + SBIG CFW8А (2005 год, передан ИНАСАН)
* SBIG ST8 + SBIG CFW8А
* Камера DSI
* Камера DSI III
* ПЗС-камера FLI PL16803

Приемниками излучения служат ПЗС-камеры FLI PL16803, DSI III с охлаждением, оснащенные турелью и фотометрическими фильтрами UBVRI системы Джонсона. Для спектральных измерений используется астрофизический спектрометр DSS. Имеется служба времени, оснащенная GPS-приемником, обеспечивающая 2-х миллисекундную точность измерения моментов времени. Управление телескопами осуществляется по локальной сети с центрального пульта или из компьютерного класса, оборудованного для выполнения учебного астрономического практикума. Подключение к Интернет позволяет вести наблюдения в системе удаленного доступа.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Мартынов Д.Я. «Курс практической астрофизики». М.: Наука, 1977.

2. Щеглов П.В. «Проблемы оптической астрономии». М.: Наука, 1980.

3. Струве О., Зебергс В. «Астрономия ХХ века»: Пер. С англ. М.: Мир, 1968.

4. И. Кучеров. "Астроклимат". М: Наука, 1962.

5. С. Плакса. «Астрономические наблюдения в городе. Астроклимат» <http://www.prozarium.ru/TextDetails.aspx?TextID=2081>

6. В. Е. Панчук, В. Л. Афанасьев. «Астроклимат северного Кавказа — мифы и реальность». Астрофизический бюллетень, 2011, том 66, № 2, с. 253–2747. Пономарев Д.Н. «Астрономические обсерватории Советского Союза». М., 1987.