НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы»

Утверждаю

Председатель Правления – Ректор

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_С. Куанышбаев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г.



Программа курсов повышения квалификации педагогов

«Астрономия и космонавтика в школе: олимпиады, внеурочные мероприятия

и научные проекты»

Рассмотрено на заседании

Ученого совета,

протокол №3 от 27.10.2023 г.

Костанай, 2023

 **Авторы программы:**

Телегина О.С. – к.т.н., старший преподаватель кафедры физики, математики и цифровых технологий педагогического института им. У. Султангазина НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», город Костанай.

Программа разработана с учётом требований Государственных общеобязательных стандартов образования всех уровней образования, утверждённых приказом Министра науки и высшего образования Республики Казахстан от 20 июля 2022 года № 2. (Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 27 июля 2022 года № 28916).

**Общие положения**

В казахстанских школах отсутствует предмет «Астрономия» как самостоятельный – он интегрирован в физику. В связи с этим зачастую вопросам, связанным со строением, структурой, свойствами Вселенной некоторые учителя совсем не уделяют время, объясняя, что материал по астрономии не включается в ЕНТ. Тем не менее, в последнее время в астрономии сделано несколько знаковых открытий, которые являются отражением развития теоретических и экспериментальных естественных наук.

Ежегодно на секции «Науки о Земле и космосе» десятки учеников города и области представляют результаты научных проектов по астрономии и космонавтике, однако не все работы соответствуют требованиям, предъявляемым к научным работам ни по содержанию, ни по соответствию темы и проделанной работе, ни по оформлению результатов исследования; единицы тем и работ получают высокую оценку жюри и могут представлять школы области на республиканском и международном уровне. Улучшить качество работ учащихся и поддерживать высокий уровень интереса школьников к проблемам современной астрономии и космонавтики является актуальной задачей, которую возможно решить с помощью предлагаемого курса.

Так как школьники области в последнее время всё более активно принимают участие в предметных олимпиадах различного уровня, где встречаются задания, связанные с вопросами астрономии и космонавтики, то у учителей-предметников возникает необходимость в получении консультаций по решению задач, проведению наблюдений и работе с картами звёздного неба.

Программа является новым продуктом в линейке курсов повышения квалификации для учителей физики города и области, и предназначена для совершенствования предметных компетенций школьного учителя физики. Изучение материала курса позволит учителям эффективно сочетать разные приёмы в проведении уроков по физике, на которых школьники знакомятся с объектами звёздного неба, а также проводить внеклассные мероприятия и руководить научными проектами школьников.

**Глоссарий**

|  |  |
| --- | --- |
| Подвижная карта звёздного неба (ПКЗН) | служит пособием для общей ориентировки по небу и, в частности, для определения расположения созвездий относительно истинного горизонта |
| Небесная сфера | воображаемая вспомогательная сферическая поверхность произвольного радиуса с центром в любой произвольно выбранной точке пространства (в точке наблюдения, в центре Земли, Солнца, Луны, планеты) |
| Звёздный каталог | упорядоченный перечень характеристик набора звёзд |
| Рефракция | это явление преломления лучей на границе двух материальных сред, зависящее от их плотности |
| Аберрация | угол между наблюдаемым, кажущимся направлением от движущегося наблюдателя к светилу и истинным, какое было бы в тот же момент у наблюдателя, находящегося в покое. Также аберрацией называется явление, которое состоит в том, что движущийся наблюдатель видит светило не в том направлении, в котором он видел бы его в тот же момент, если бы он находился в покое |
| Параллакс светила | это малый угол при светиле, лежащий против базиса, при условии, что базис перпендикулярен к направлению от наблюдателя к светилу |
| Апекс движения наблюдателя | точка на небесной сфере, в которую направлено перемещение наблюдателя |
| Обсерватория | любое место или строение, используемое для астрономических наблюдений |
| Астроклимат | совокупность факторов, искажающих форму проходящего через атмосферу волнового фронта излучения небесных объектов |
| Звёздная величина | безразмерная физическая величина, характеризующая освещённость, создаваемую небесным объектом вблизи наблюдателя |
| Светимость звезды  | величина, показывающая, во сколько раз в действительности звезда ярче Солнца |
| Галактика | это гигантская звёздная система, состоящая приблизительно из 200 млрд. звёзд (в их число входит и наше Солнце). В ней также содержится значительное количество газа и пыли; Галактика пронизана магнитными полями, заполнена частицами высоких энергий – [космическими лучами](http://www.astronet.ru/db/FK86/search.html?where=gl&words=%CA%EE%F1%EC%E8%F7%E5%F1%EA%E8%E5%20%EB%F3%F7%E8) |
| Скопление | группа звёзд или галактик, составляющая устойчивую систему вследствие взаимного гравитационного притяжения |
| Диаграмма Герцшпрунга-Рессела (Г-Р диаграмма) | диаграмма, независимо предложенная в 1910 г. астрономами Э. Герцшпрунгом (Голландия) и Г. Ресселом (США), на которой сопоставляются светимости (или абсолютные звёздные величины) звёзд с их эффективной температурой или спектральным классом |
| Туманности | облака межзвёздного газа и пыли, видимые благодаря их собственному излучению, отражению или поглощению света звёзд |
| Астрономическая Вселенная (Метагалактика) | это часть Вселенной, доступная наблюдениям в настоящее время или в обозримом будущем |
| Гравитационная линза | любое массивное тело (планета, звезда) или система тел (галактика, скопление галактик), искривляющая своим гравитационным полем направление распространения излучения |
| Красное смещение | смещение линий в спектре небесного тела к красному концу (в сторону большей длины волны) в результате эффекта Доплера при удалении тела, а также под действием его гравитационного поля |
| Космогония | раздел астрономии, занимающийся изучением происхождением и эволюцией небесных тел – звёзд (в том числе Солнца), планет (в том числе Земли), и других тел планетной системы |
| Космология | физическое учение о строении и эволюции Вселенной как единого целого. Космология находится на стыке астрономии, теории гравитации, и физики элементарных частиц |
| Ячеистая структура Вселенной | крупномасштабная неоднородность пространственного распределения галактик и скоплений галактик, большая часть которых сосредоточена в «стенках ячеек», практически пустых внутри |
| Реликтовое излучение | электромагнитное излучение, приходящее с одинаковой интенсивностью со всех областей неба и имеющее спектр, соответствующий тепловому излучению при температуре . |
| Тёмная материя | термин астрономии и космологии – форма материи, которая не испускает электромагнитного излучения и не взаимодействует с ним напрямую, что делает невозможным её прямое наблюдение. По современным представлениям составляет порядка 22 % всего состава Вселенной |
| Тёмная энергия | термин инфляционной космологии, который объединяет уравнения состояния вещества, способные вызвать инфляцию (инфляционное расширение Вселенной). В эту группу попадают -член и квинтэссенция. По современным представлениям составляет порядка 74 % всего состава Вселенной |
| Хаббла закон  | зависимость между скоростью удаления  внегалактических источников, вызванного расширением Вселенной, и расстоянием до них : , где т.н. постоянная Хаббла имеет значение  (как правило, используется значение ) |
| Метод проектов | комплексный обучающий метод, который позволяет индивидуализировать учебный процесс, дает возможность ученику проявить самостоятельность в планировании, организации и контроле своей деятельности и творчества при выполнении учебных заданий |
| Исследовательская деятельность учащихся | образовательная технология, использующая в качестве главного средства достижения образовательных задач учебное исследование |
| Предметная олимпиада | состязание учащихся учреждений среднего общего, высшего или профессионального образования, требующее от участников демонстрации знаний и навыков в области одной или нескольких изучаемых дисциплин |

**Тематика программы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Модуль**  | **Содержание**  | **Кол-во часов** |
| Введение | Цели и задачи курса. Анкетирование.  | 4 |
| Модуль 1 Организация и проведение наблюдений  | Тема 1.1 Условия наблюдения объектов звёздного небаТема 1.2 Планирование, организация и подготовка наблюдений: сезон, время, инструменты, техника безопасностиТема 1.3 Астрономия в интернете | 8 |
| Модуль 2 Задачи сферической астрономии | Тема 2.1 Небесная сфера и системы астрономических координат. Армиллярная сфера.Тема 2.2 Видимое движение звёзд на разных географических широтах. ПКЗН. Тема 2.3 Видимое движение Солнца по эклиптике и его следствияТема 2.4 Шкалы времениТема 2.5 Искажения положения светил | 10 |
| Модуль 3 Решение задач по небесной механике | Тема 3.1 Элементы планетных орбитТема 3.2 Кофигурации планет. Парады планетТема 3.3 Движение Луны. Лунные месяцы. ЗатменияТема 3.4 Закон тяготения. Законы КеплераТема 3.5 Движения ЗемлиТема 3.6 Расчёты орбит ИСЗ, КА и АМС | 10 |
| Модуль 4 Характеристики инструментов и приборов наблюдения | Тема 4.1 ТелескопыТема 4.2 ОбсерваторииТема 4.3 Основы астрофотометрииТема 4.4 Основы спектрального анализа | 8 |
| Модуль 5 Наблюдение планет и расчёты их характеристик | Тема 5.1 Планеты Земной группыТема 5.2 Планеты-гигантыТема 5.3 Малые тела. Межпланетная среда | 10 |
| Модуль 6 Наблюдение звёзд и расчёты их характеристик | Тема 6.1 Строение СолнцаТема 6.2 Солнечная активность. Магнитные поля в солнечной системеТема 6.3 Основные характеристики звёзд. Диаграмма Герцшпрунга-РесселаТема 6.4 Двойные и кратные звёзды. Переменные звёздыТема 6.5 Белые карлики. Нейтронные звёзды. Чёрные дыры | 6 |
| Модуль 7 Расчёты характеристик звёздных систем | Тема 7.1 Наша ГалактикаТема 7.2 Основы внегалактической астрономии | 4 |
| Модуль 8 Основы космологии и космогонии в школьном курсе | Тема 8.1 Гипотезы происхождения Солнечной системы, звёзд и галактикТема 8.2 Иерархическая структура. Космологическое расширение. Тёмная энергия и тёмная материя. Гравитационные волныТема 8.3 Гипотезы рождения Вселенной. Понятие о горячей Вселенной и реликтовом излучении. Крупномасштабная структура | 4 |
| Модуль 9 Научная работа учащихся | Тема 9.1 Особенности проектной деятельности школьников младшего школьного возрастаТема 9.2 Особенности проектной деятельности школьников 5-9 классовТема 9.3 Особенности проектной деятельности школьников старшего школьного возрастаТема 9.4 Требования к выполнению и оформлению научных проектов школьников. | 10 |
| Итоговое занятие | Защита плана школьного проекта по астрономии и внеклассного мероприятия | 6 |
| Итого | 80 |

**Цель, задачи и ожидаемые результаты Программы**

 **Цель:** совершенствование предметных компетенций учителей физики для повышения качества образования в школах, подготовки к олимпиадам, а также организации проектной деятельности учащихся школ.

 **Задачи:**

1. Показать значимость астрономии для формирования критического мышления и адекватного отношения к астрологии, нумерологии и другим эзотерическим учениям и лженаукам.

2. Разобрать решение различного типа олимпиадных задач по астрономии и космонавтике для совершенствования предметных и методических компетенций.

3. Совершенствование навыков организации и проведения наблюдений, а также руководства научными проектами школьников.

4. Совершенствование сбора, анализа, обработки и представления наблюдательных данных.

5. Разработать и апробировать внеклассные мероприятия по астрономии и космонавтике.

 **Ожидаемые результаты**

По окончании изучения курса слушатели будут:

РО1 – обладать навыками решения различного типа задач по астрономии и космонавтике;

РО2 – эффективно использовать современные методики для подготовки к олимпиадам, проведению наблюдений и внеурочных мероприятий;

РО3 – критически анализировать, оценивать и обосновывать достоверность информации, полученной самостоятельно и из сторонних источников;

РО4 – планировать, организовывать и проводить наблюдения объектов звёздного неба с учётом возрастных особенностей группы, астроклимата местности, времени суток и особенностей сезона;

РО5 – использовать цифровые ресурсы для поиска и обработки информации, решать широкий диапазон задач с помощью обучающих и демонстрационных программ, симуляторов и мобильных приложений.

**Структура и содержание программы**

|  |  |
| --- | --- |
| **Введение** | Ознакомление слушателей с курсом. Проведение вводного анкетирования для определения уровня компетенций |
| **Модуль 1 Организация и проведение наблюдений**  | Тема 1.1 Условия наблюдения объектов звёздного неба*Оценка астроклимата местности. Обсуждение условий наблюдения объектов и явлений для данной местности в разные сезоны. Работа с интернет-сайтами погоды* |
| Тема 1.2 Планирование, организация и подготовка наблюдений: сезон, время, инструменты, техника безопасности*Особенности визуальных и инструментальных наблюдений. Организация наблюдений звёздного неба для школьников разного возраста. Оценка техники безопасности при проведении наблюдений. Составление плана наблюдений разных объектов и явлений* |
| Тема 1.3 Астрономия и космонавтика в интернете*Проведение анализа интернет-источников: достоинства и недостатки. Использование интернет-ресурсов для проектной деятельности школьников* |
| **Модуль 2 Задачи сферической астрономии** | Тема 2.1 Небесная сфера и системы астрономических координат. Армиллярная сфера.Элементы небесной сферы. Системы небесных координат. Элементы небесной сферы для наблюдателя на разных географических широтах. Ориентирование. Работа с армиллярной сферой и небесным глобусом.*Решение качественных, количественных и контекстных олимпиадных задач*. |
| Тема 2.2 Видимое движение звёзд на разных географических широтах. ПКЗН. Положения и движения светил для наблюдателя на разных географических широтах. *Работа с армиллярной сферой, небесным глобусом и ПКЗН*. *Решение качественных, количественных и контекстных олимпиадных задач*. *Выявление особенности проведения наблюдений звёзд и созвездий*. |
| Тема 2.3 Видимое движение Солнца по эклиптике и его следствияВидимое движение Солнца на разных географических широтах. Сумерки. *Работа с армиллярной сферой, небесным глобусом и ПКЗН*. *Решение качественных, количественных и контекстных олимпиадных задач*. *Выявление особенности проведения наблюдения Солнца в течение дня.* |
| Тема 2.4 Шкалы времениОпределение времени в астрономии. Звёздные и солнечные сутки. Различные шкалы времени. *Решение олимпиадных задач.* |
| Тема 2.5 Искажения положения светилРефракция, аберрация, параллакс. Гравитационное линзирование.*Решение олимпиадных задач.**Работа с интернет-ресурсами.* |
| **Модуль 3 Решение задач по небесной механике** | Тема 3.1 Элементы планетных орбитОбьяснение петлеобразного движения планет. Плоскость орбиты, форма и размер орбиты планеты. Прямое и ретроградное движения*Решение олимпиадных задач.* *Составление и апробирование тестов для подготовки к олимпиадам по астрономии и космонавтике* |
| Тема 3.2 Кофигурации планет. Парады планетКонфигурации нижних и верхних планет. Особенности наблюдения планет. Малые и большие парады планет. *Работа с онлайн картой звёздного неба*. *Организация и проведение наблюдений планет. Конструирование простых приборов.* *Решение олимпиадных задач.* |
| Тема 3.3 Движение Луны. Лунные месяцы. ЗатменияОрбита Луны. Особенности вращения Луны. Сидерический, синодический, драконический, аномалистический и тропический месяцы. Солнечные и лунные затмения. Сарос. *Работа с онлайн-сервисами*: *подготовка и проведение наблюдений лунных и солнечных затмений*. *Астрофотография; возможности современных смартфонов при проведении наблюдений.* |
| Тема 3.4 Закон тяготения. Законы КеплераРешение задач по применение законов Кеплера, Ньютона-Кеплера, закона Всемирного тяготения. *Решение олимпиадных задач на вычисление параметров планет и их орбит*. |
| Тема 3.5 Движения ЗемлиТриннадцать движений Земли. Прецессия. Нутация. Движение полюсов Земли.*Решение олимпиадных и занимательных задач. Межпредметные связи.* |
| Тема 3.6 Расчёты орбит ИСЗ, КА и АМС*Решение задач на расчёт траекторий движения и орбит ИНТ. Работа с сайтами для отслеживания полёта МКС, определения времени пролёта МКС над определённым пунктом* |
| **Модуль 4 Характеристики инструментов и приборов наблюдения** | Тема 4.1 ТелескопыСтроение оптических систем. *Решение олимпиадных задач на определение характеристик телескопов*. *Совершенствование навыков работы со школьными телескопами: обсуждение достоинств и недостатков. Астрофотография; возможности современных смартфонов при проведении наблюдений.* |
| Тема 4.2 Обсерватории*Работа с материалом сети интернет. Знакомство с сайтами отечественных и зарубежных обсерваторий, характеристиками инструментов, научными проектами*. |
| Тема 4.3 Основы астрофотометрииШкалы звёздных величин. *Решение олимпиадных задач на определение характеристик светил: звёздных величин, светимости, масс, температур, размеров*. |
| Тема 4.4 Основы спектрального анализаСпектральные приборы. Законы излучения. Принцип Доплера. Различные диапазоны электромагнитных волн. Оптическое и радио «окна» в атмосфере Земли*Решение олимпиадных задач.* |
| **Модуль 5 Наблюдение планет и расчёты их характеристик** | Тема 5.1 Планеты Земной группыХарактеристика планет земной группы. *Решение олимпиадных задач на определение параметров планет земной группы*. *Работа с сайтами* м*иссий КА, АМС, луноходов и марсоходов*.  |
| Тема 5.2 Планеты-гигантыХарактеристика планет-гигантов. *Решение олимпиадных задач на определение параметров планет-гигантов*. *Миссии Кассини, Джуно*. |
| Тема 5.3 Малые тела. Межпланетная средаХарактеристики малых тел: карликовые планеты, кометы, астероиды. Пояс Койпера. Облако Оорта. Спутники планет. Точки Лагранжа. Квазиспутники Земли. Зодиакальный свет. Изучение комет и астероидов с помощью КА и АМС.*Решение олимпиадных задач на определение параметров малых тел. Разработка внеклассного мероприятия.* |
| **Модуль 6 Наблюдение звёзд и расчёты их характеристик** | Тема 6.1 Строение СолнцаВнутреннее строение Солнца. Строение атмосферы Солнца. Термоядерные реакции. Химический состав.*Разработка внеклассных мероприятий с межпредметными связями для школьников среднего и старшего звена. Разработка тестовых заданий по теме.* |
| Тема 6.2 Солнечная активность. Магнитные поля в солнечной системеОпределение Солнечной активности. Число Вольфа. Космическая погода. Локальное и глобальное магнитные поля. Магнитное поле Земли, радиационные пояса. Полярные сияния. *Решение олимпиадных задач. Работа с онлайн-сервисами*: *Tesis, сервис института ионосферы РК.*  *Зонд «Паркер», КА «SOHO» Обсуждение возможных тем и содержания научных проектов учащихся*. |
| Тема 6.3 Основные характеристики звёзд. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела*Решение олимпиадных заданий с помощью Г-Р-диаграммы*. |
| Тема 6.4 Двойные и кратные звёзды. Переменные звёздыТипы двойных и кратных звёзд. Типы переменных звёзд. *Изучение каталогов и карт звёздного неба*. *Решение олимпиадных задач*. |
| Тема 6.5 Белые карлики. Нейтронные звёзды. Чёрные дырыОткрытие чёрной дыры. *Работа с интернет-источниками. Решение олимпиадных задач*. |
| **Модуль 7 Расчёты характеристик звёздных систем** | Тема 7.1 Наша ГалактикаОткрытие Галактики. Строение и характеристики Галактики. Вращение. Населения. Положение Солнечной системы.*Решение олимпиадных задач. Особенности наблюдения Млечного Пути в местности с различными условиями.* |
| Тема 7.2 Основы внегалактической астрономииТипы галактик, их характеристики. Квазары. Типы галактик, камертон Хаббла. Определение расстояний между галактиками. Движение галактик. Красное смещение. Закон Хаббла *Решение олимпиадных задач*. |
| **Модуль 8 Основы космологии и космогонии в школьном курсе** | Тема 8.1 Гипотезы происхождения Солнечной системы, звёзд и галактик*Обсуждение исторических и современных гипотез зарождения звёзд, галактик и Солнечной системы.* |
| Тема 8.2 Иерархическая структура. Космологическое расширение. Тёмная энергия и тёмная материя. Гравитационные волны*Работа с научно-популярными изданиями, а также интернет-сервисами: история вопросов и современные решения*. |
| Тема 8.3 Гипотезы рождения Вселенной. Понятие о горячей Вселенной и реликтовом излучении. Крупномасштабная структура*Работа с научно-популярными изданиями, а также интернет-сервисами: история вопросов и современные решения*. |
| **Модуль 9 Научная работа учащихся** | Тема9.1 Особенности проектной деятельности школьников младшего школьного возраста*Выбор темы проектов. Межпредметные связи. Степень самостоятельности.* |
| Тема 9.2 Особенности проектной деятельности школьников 5-9 классов*Выбор темы проектов. Межпредметные связи. Степень самостоятельности.* |
| Тема 9.3 Особенности проектной деятельности школьников старшего школьного возраста*Выбор темы проектов. Межпредметные связи. Степень самостоятельности*. |
| Тема 9.4 Требования к выполнению и оформлению научных проектов школьниковОсновные требования к выполнению научного проекта. Правила оформления работы школьника: постановка цели, формулировка актуальности, задач и гипотезы, выбор объекта и предмета исследования. Оформление таблиц, графиков и рисунков. Понятие об авторских правах и академической честности. Оформление списка литературы.Технические требования: шрифт, поля, выравнивание текста, межстрочный интервал. |
| **Итоговое занятие** | Защита плана школьного проекта по астрономии/космонавтике (на выбор) и внеклассного мероприятия по астрономии/космонавтике (на выбор)Выбрать:- тему предполагаемого проекта, определить число участников, составить план работы, разработать структуру, сформулировать ожидаемые результаты;- тему внеклассного мероприятия, указать число предполагаемых участников, разработать структуру, подобрать материал, сформулировать ожидаемые результаты.В обоих случаях указать используемую литературу и интернет-источники*Итоговое тестирование* |

**Организация учебного процесса**

 Теоретический материал даётся в виде беседы с элементами интерактивности (мозговой штурм, ассоциации, блиц-опрос, мини интеллектуальные игры). Основная часть материала даётся в виде практических занятий по решению задач и тестовых заданий, производится работа с картами звёздного неба, подвижной картой звёздного неба, интернет-ресурсами.

 Все виды работы проводятся совместно с преподавателем.

**Учебно-методическое обеспечение Программы**

 Список литературы, необходимый для изучения и использования материала дан в конце Программы. Олимпиадные задачи берутся из источников в свободном доступе. При рассмотрении некоторых тем используется материал из личного архива преподавателя.

**Оценивание результатов обучения**

Контроль и оценка знаний слушателей курса проводится в виде текущего контроля и итогового контроля; во время занятий – формативное оценивание, а при защите проекта и внеклассного мероприятия (итоговый контроль) слушатель получает баллы, которые ставятся при взаимном контроле.

**Посткурсовое сопровождение**

Посткурсовое сопровождение будет проводиться в виде zoom-конференций или методических семинаров по запросам учителей, на которых будут даны консультации по темам, вызвавшим затруднения в ходе их работы. Слушатели могут обращаться за получением рецензий и консультаций при руководстве научными проектами учащихся.

В конце курса проводится итоговое тестирование для оценки удовлетворённости слушателей, а также для дальнейшей модернизации и/или внесения изменений в программу.

**Основная и дополнительная литература**

Основная литература:

1. Смирнова М.А. Олимпиады по астрономии: учебно-методическое пособие/М.А. Смирнова, Е.Д. Уткин, О.О. Меркулова, О.А. Фёдоров. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2017. – 40 с.

2. Романов А.М. Занимательные вопросы по астрономии и не только. – М.: МЦНМО, 2005. – 415 с.

3. Сурдин В.Г. Астрономические задачи с решениями: Учебное пособие. – М.: Едиториал УРСС, 2022. – 240 с.

4. I Олимпиада школьников по астрономии имени В.Я. Струве. Задания, решения и критерии оценивания: методическое пособие / под ред. И.А. Утешева, М.И. Волобуевой. – М., 2022. – 30 с.

5. Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии / под ред. В.Г. Сурдина. Изд. 5-е, перераб. и полн. обновл. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 688 с.

6. Ишмухаметова М.Г., Кондратьев Е.Д. Решение задач по небесной механике и астродинамике. Учебно-методическое пособие. – Казань, 2009. – 37 с.

7. Телегина О.С. Астрономия. Учебно-методическое пособие для практикума. / О.С. Телегина. – Костанай: КГПУ им. У. Султангазина, 2018. – 148 с.

8. Уткина Т.В. Проектная и исследовательская деятельность: сравнительный анализ / Т.В. Уткина, И.С. Бегашева. – Челябинск: ЧИППКРО, 2018. – 60 с.

Дополнительная литература:

1. Всероссийская олимпиада школьников по астрономии: содержание олимпиады и подготовка конкурсантов / авт.-сост. Угольников О.С. – М., 2006. – 136 с.

2. Солнечная система / ред.-сост. В.Г. Сурдин. – изд. 2-е, перераб. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 460 с.

3. Кононович Э.В., Мороз Ц.И. Общий курс астрономии. – М.: Эдиториал УРСС, 2004. – 544 с.

4. Сванбаев Е.А. Астрофотометрия: учебно-метод. Пособие / Е.А. Сванбаев. – КазНУ им. Аль-Фараби. – Алматы: Қазақ университеті, 2013. – 72 с.

5. Харитонов А.В., Шестаков Л.И., Терещенко В. Солнечные затмения. – Алматы, 2005.

4. Постнов К.А., Засов А.В. Курс общей астрофизики. – М.: Физический факультет МГУ, 2005. – 192 с.

6. Учебно-методическое пособие по курсу «Общая астрономия» / КазНУ им. Аль-Фараби. – Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 110 с.

7. Организация и руководство индивидуальным проектом учащегося при реализации ФОГС среднего общего образования (из опыта работы школ-инновационных площадок Ленинградской области). В 3 ч. Ч 2 / Проектно-исследовательская деятельность старшеклассников [И.И. Преснякова, Г.Ю. Онищенко, В.В. Прохорова]; Учебно-методическое пособие / под общей ред. Н.В. Фирсовой. – СПб.: ЛОИРО, 2016. – 30 с.

Электронные ресурсы:

1. <http://aphi.kz/ru/>

2. <https://web.archive.org/web/20141216195807/><http://astroclub.kz/>

3. <http://www.astro.websib.ru/sprav/OBSERVAT>

4. <https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/main/index.html>

5. <https://www.cosmos.esa.int/web/planck>

6. <https://planetologia.ru/sun/225-list-of-space-based-observatories-in-the-world>

7. <https://www.jwst.nasa.gov/>

8. <https://chandra.harvard.edu/>

9. <https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/main/index.html>

10. <http://hea.iki.rssi.ru/GRANAT/index.html>

11. <https://fermi.gsfc.nasa.gov/>

12. <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/einstein/heao2_about.html>

13. <https://map.gsfc.nasa.gov/>

14. <http://www.ego-gw.it/>

15. <https://www.ligo.caltech.edu/>

16. <http://kvant.mccme.ru/>

17. <http://www.astro.websib.ru/metod/Olim/olimpiad>

18. <https://vk.com/astroolympiads>

19. <https://vk.com/video-210637779_456239077?list=3301abecbfc24f09d3>

20. <https://edu.sirius.online/#/contests_page/vos>

21. <http://www.issp.ac.ru/iao/>

22. <http://www.issp.ac.ru/iao/apao/index_w.html>

23. <http://www.astroolymp.ru/links.php>

24. <https://rosolymp.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=9925&Itemid=6711>

25. <http://www.phys.nsu.ru/vega/>

26. <https://www.sites.google.com/site/auastro2/n/metodiceskaaprogrammavserossijskojolimpiadyskolnikovpoastronomii>

27. <https://olympmo.ru/olympiad-tasks.html>

29. <http://www.astronet.ru/db/msg/1177124/48.html>

30. <https://textarchive.ru/c-2370910.html>

31. <https://scfh.ru/faculty/vladimir-georgievich-surdin-lektsii-po-astronomii-v-ngu-osen-2015-g/>