

**VII АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ШКОЛА ФОНДА НЕКОММЕРЧЕСКИХ ИНИЦИАТИВ
«ТРАЕКТОРИЯ» ДЛЯ СТАРШИХ ШКОЛЬНИКОВ**

**«УТВЕРЖДАЮ»
ДИРЕКТОР АФШ**

_____ Санников С.С.

«29» июня 2019 г.

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

VII Астрофизической научно-образовательной школы Фонда некоммерческих инициатив «Траектория» для старших школьников

Общие положения

1. В программе VII Астрофизической научно-образовательной школы Фонда некоммерческих инициатив «Траектория» для старших школьников (АФШ) основное внимание уделяется астрофизике, астрономии, физике, математике.

2. Занятия проводятся в нескольких учебно-методических форматах: в виде лекций, практических занятий, наблюдений.

3. Лекции могут носить как учебный, так и общеобразовательный характер.

4. Практические занятия проводятся опытными педагогами.

5. Наблюдения осуществляются под руководством ведущих российских ученых-астрофизиков.

6. В процессе подготовки Школы в настоящей программе возможны изменения (в том числе вызванные неблагоприятными для проведения наблюдений погодными условиями), касающиеся лекций, практических занятий, наблюдений.

I. Цикл занятий «Настоящее и будущее земной и космических цивилизаций»

Занятие 1. «Формула Дрейка и программа школы»

Приводится формула Дрейка для оценки числа цивилизаций в Галактике. Обсуждается смысл сомножителей, в нее входящих. Предлагается построение занятий по проблеме SETI в виде набора лекционных блоков, каждый из которых посвящен анализу сомножителей в формуле. Именно таким образом проводилось первое советско-американское совещание по этой проблеме в 1971 году.

Занятие 2. «Моделирование эволюции социума — будущее земной цивилизации»

Рассматриваются процессы социальной самоорганизации и режимы с обострением в социальной и биологической истории. С использованием математического моделирования проводится анализ устойчивых состояний социальных систем, а также показывается, что гиперболические тренды в социальной и биологической эволюции могут быть следствием переходных процессов в периоды расширения экологических ниш. Так, наблюдаемый в последние столетия гиперболический характер роста некоторых демографических, экономических и других показателей мировой динамики – это следствие переходных процессов, начавшихся вследствие промышленной революции (замены ручного труда машинным) и предваряющих переход общества на новую стадию своего развития. Точка сингулярности гиперболического тренда характеризует окончание начального этапа этого процесса и переход к завершающей его стадии. Показывается, что прямым аналогом

современной ситуации в этом смысле является «осевое время» (период с VIII века до н.э. до начала н.э.). Наличие такой аналогии позволяет заглянуть в будущее, изучая прошлое.

Занятие 3. «Футурология: экзогуманитарные цивилизации и межзвездная связь»

В лекции будет показано, как и почему способность цивилизации преодолеть рубеж эволюционной сингулярности может определять некоторые важные черты цивилизации в постсингулярной фазе развития. Специфические процессы, связанные с эволюцией науки, могут стимулировать «сильную коммуникативность» цивилизации, что является предпосылкой становления «общегалактического культурного поля». Показывается, почему обмен именно информацией гуманитарного характера может оказаться наиболее важным в контексте такой системы. Постсингулярные цивилизации – носители галактического культурного поля – рассматриваются как потенциальные партнеры по межзвездной связи. Анализируются стратегии поиска таких цивилизаций.

Занятие 4. «Разные цивилизации — разные математики?»

Представление о количественных категориях и операциях с ними можно назвать одним из самых фундаментальных свойств разума, практически не зависящих от контекста его возникновения и развития. Будут обсуждены различия и совпадения в математической картине мира разных земных цивилизаций, а также возможность обмена информацией с внеземными цивилизациями на основе математического языка.

II. Цикл «Разум на Земле и в Космосе»

Занятие 1. «От взаимодействия человека с искусственным интеллектом к психологии внеземных контактов»

Анализируются надежды и страхи, связываемые с искусственным интеллектом, рассматриваются сценарии взаимодействия человека и "сильного" искусственного интеллекта, если такой когда-либо появится. Проводится параллель между отношением людей к искусственному интеллекту и психологическими механизмами, определяющими наше отношение к внеземным цивилизациям. Делается вывод о ключевой роли доверия людей друг другу в их предполагаемом взаимодействии с внеземным разумом.

Занятие 2. «Коллективный образ будущего и психологические проблемы поиска внеземных цивилизаций»

Проводится анализ психологических механизмов конструирования образа будущего, которые могут сказываться на наших представлениях о возможной встрече человека с внеземным разумом. Рассматриваются психологические барьеры, затрудняющие поиск внеземных цивилизаций. Дается краткий обзор вопросов, которые обсуждаются учеными в последние 10 лет в рамках "ксенопсихологии". Намечаются некоторые направления психологических исследований, необходимых для освоения дальнего космоса.

Занятие 3. «Нерешенные проблемы физики и SETI»

Занятие посвящено обзору еще не решенных фундаментальных проблем физики. К ним относятся квантовая гравитация, теория струн, теория всего, природа темной энергии и материи и т.д. Обсуждаются возможные их решения и изменения представлений о Вселенной. Приводятся гипотетические варианты смены стратегии поисков внеземных цивилизаций в контексте новых открытий.

Занятие 4. «Социальные структуры предков человека: иерархия и прогресс»

Наши родственники – обезьяны – имеют разные варианты социального устройства. Одиночки и коллективисты, агрессивные тираны и миролюбивые добряки, владельцы

гаремов и верные семьянины. Одни управляются твёрдой лапой, другие пребывают в анархии. Какие формы поведения были типичны для наших предков? Когда и на каких основаниях возникли формы доминирования и подчинения? Австралопитеки, неандертальцы, кроманьонцы – отличались ли они друг от друга и от нас? Как выглядели их семьи? Как это отражается на наших лицах и нашей жизни? С какого момента появились племена и народы? Как нам об этом узнать?

Занятие 5. «Эволюция мозга человека»

Мозг – наша гордость! Именно интеллект делает человека человеком. Но не всегда наши предки были такими умными, не всегда имели такой большой мозг. Когда люди обзавелись таким замечательным органом? Как это происходило? По каким причинам? Откуда мы это знаем? Всё ли дело в размере или «начинка» важнее? Каковы были альтернативы? Кто мог стать разумным вместо нас и занять планету и почему наши предки всё же победили?

Занятие 6. «Происхождение человека»

Линия наших предков тянется от возникновения планеты и зарождения жизни. Антропогенез – раздел антропологии, изучающий происхождение человека, изменчивость человека и его предков во времени. Происхождение и главные особенности древних приматов стали залогом появления человека, дали возможность именно им вырастить разумную ветвь эволюции. Финишная прямая пролегает от того момента, когда один из предков слез с дерева и встал на две ноги. Сахелянтропы, оррорины, ардипитеки и неведомые пока существа осваивали землю. Череда достижений – прямохождение, труд, орудия, огонь, жилища, погребения, иные обряды – тянется от обезьяноподобных существ через человекоподобных к «совсем людям». Современная антропология может рассказать немало, но многое ещё предстоит открыть. Наряду с нашими прямыми предками жили двоюродные и троюродные родственники – наледи, нгандонгцы, хоббиты, денисовцы, неандертальцы. Некоторые из них пошли совсем странными путями, некоторые были весьма похожи на нас. Наш вид – единственный, который выжил в борьбе человечеств. Было бы это случайностью или закономерностью? Какие существа были нашими прямыми пращурами, а какие лишь отдалёнными родственниками? Чем человек похож на обезьяну и в чем его особенности? Каковы наши главные человеческие свойства и откуда они взялись?

Занятие 7. «На пути к человеку: азы палеонтологии и основные ароморфозы от бактерии до человека»

Вооружённые представлениями о ходе эволюционного процесса, учёные могут восстановить наше прошлое от появления жизни до современности. Каждый следующий эволюционный шаг был случаен и не случаен: космические и планетарные события, мутации и рекомбинации случайны с точки зрения живых существ, а вот влияние этих сил на организмы и сложные взаимосвязи в экосистемах – вполне закономерны. Распутывание хитросплетений эволюционного процесса – излюбленное занятие палеонтологов. Что привело к нашему появлению? Как на это повлияли бактерии и движения материков, динозавры и цветы?

III. Цикл «Планеты и жизнь»

Занятие 8. «Планеты у Солнца и других звезд: сходства и различия»

Попытки человека понять окружающий мир всегда начинались со звездного неба над головой, и все, что ученые знают (а правильнее сказать – предполагают) о возникновении жизни, связано только с планетой Земля. Сегодня, когда накопленные столетиями знания содержат ответы на многие вопросы, когда новые астрофизические методы позволяют

исследовать не только горизонт Вселенной, но и, возможно, даже горизонт времени, не менее важным (и даже сенсационным) научным событием стало открытие планетных систем у других звезд. Почти сто лет казалось, что это открытие вот-вот произойдет, но состоялось оно только в 1995 году. Поразительно, что открытию внесолнечных планет мешали именно те сведения, которые ученые получили в ходе исследования Солнечной системы и которые считались исходными и для поиска других планетных систем. В лекции будет обсуждено то, что мы знаем о планетных системах в нашей галактике и чем среди них выделяется Солнечная система.

Занятие 9. «Жизнь на Венере?»

Возможно, внеземную жизнь можно обнаружить не в других мирах, удалённых на расстояния в несколько десятков парсеков, а на поверхности ближайшей планеты в Солнечной системе – Венеры. Этот вывод следует из результатов новой обработки архивных данных телевизионного (ТВ) эксперимента, выполненного на поверхности Венеры в ходе советских миссий «Венера» в 1975-82 гг. Одним из основных был ТВ-эксперимент по изучению поверхности планеты. ТВ-исследование *in situ* поверхности Венеры остаётся экспериментом, до сих пор не повторённым. Уникальные архивные данные были обработаны с использованием новых методов, что значительно улучшило их детализацию. В результате нового анализа ТВ-изображений, полученных в миссиях «Венера», обнаружено до 18 гипотетически живых объектов. Найдено много объектов со сложной правильной структурой, и, предположительно, способных очень медленно двигаться. Объекты обладают заметными размерами и могут свидетельствовать о существовании жизни на Венере в физических условиях, радикально отличающихся от земных.

Занятие 10. «Добиологический синтез – пути решения проблемы»

Сто лет назад А.И. Опарин и В.И. Вернадский предложили взаимоисключающие точки зрения на возникновение жизни. По Опарину, на Земле, захватившей воду, при благоприятном воздействии Солнца произошло образование биомолекул и зарождение первых форм жизни. По Вернадскому, жизнь на Земле «геологически вечна». Поэтому надо найти в космосе и воспроизвести в экспериментах «особые условия» для возникновения жизни. В конце XX в. были открыты околозвездные диски, в которых могут складываться «особые условия». По гипотезе «астрокатализа» наша жизнь возникла в околосолнечном диске на допланетных временах при формировании современных метеоритов из углистых хондритов. Далее жизнь подстраивалась под нарождающиеся планеты. Известная гипотеза «панспермии» изначально предполагала вечность жизни и перенос ее между планетными системами. Но вечная жизнь не совместима с зарождением Вселенной в Большом взрыве. В лекции будет рассмотрено, какие идеи выдержали проверку временем.

Занятие 11. «Поиски биосигнатур у экзопланет. Жизнь на планетах у белых карликов»

В лекции в популярной форме будет рассказано об основных биосигнатурах, которые могут быть использованы в исследованиях экзопланет, находящихся в зонах обитания. Будут рассмотрены и проиллюстрированы методы оптической астрономии, ориентированные на поиски этих сигнатур. Особое внимание будет уделено спектроскопическим и фотометрическим методам детектирования в атмосферах экзопланет тех химических соединений, которые являются необходимыми для возникновения жизни земного типа. Будет также представлено популярное объяснение математической идеи восстановления прямого изображения поверхностей экзопланет в отраженном свете от их родительских звезд. Для всех методов будут проиллюстрированы требования к размерам телескопов, с помощью которых возможно будет открыть ту или

иную биосигнатуру у планеты, схожую с Землей, вращающуюся вокруг звезды солнечного типа. В конце лекции будут затронуты вопросы поиска биосигнатур у экзопланет несолнцеподобных карликовых звезд. В частности, у белых карликов.

IV. Цикл «Химия и жизнь»

Занятие 12. «Органика в межзвездном и околозвездном пространстве»

Основу земной жизни составляют химические процессы с участием соединений углерода. Эти процессы считались ранее настолько неотъемлемой частью деятельности живых организмов, что участвующие в них молекулы стали называть органическими, а изучающий эти процессы раздел химии получил название органической химии. Однако теперь мы знаем, что органические молекулы могут синтезироваться вне живых организмов и вне Земли. В лекции будет рассмотрено, как и где в космосе могут образовываться органические молекулы, до какой степени сложности могут доходить молекулы в межзвездной и околозвездной среде и какова может быть их дальнейшая судьба.

Занятие 13. «Информационные молекулы и проблема нередуцируемой сложности»

Одни из самых сложных вопросов, стоявших когда-либо перед наукой: «Как возникла жизнь на планете Земля и почему эта жизнь устроена так, а не как-то иначе?» Ответить на эти вопросы невероятно трудно по ряду причин. Во-первых, сама жизнь представляет собой весьма сложную систему, во-вторых, почти все свидетельства зарождения жизни, существовавшие на древней Земле, давно исчезли, а тех, что находит человечество, недостаточно для воспроизведения истинной картины изначальной жизни. Ученым остается лишь строить гипотезы и пытаться экспериментально подтвердить или опровергнуть их, чтобы хоть немного приблизиться к разгадке тайны происхождения жизни. В лекции будут излагаться современные представления о природе генетического материала и о молекулярных механизмах реализации генетической информации. В ходе лекции также будет затрагиваться вопрос: «Почему эволюционно молекула ДНК была выбрана основным носителем информации?» Будет рассматриваться одна из самых популярных теорий возникновения жизни: теория РНК мира, а также обсуждаться существующие проблемы нередуцируемой сложности, связанные с этой гипотезой.

Занятие 14. «Водно-углеродный шовинизм» и возможности его преодоления»

Как только человечество осознало, что живёт на вполне обычной каменной планете, обращающейся вокруг звезды, каких в космосе немыслимое множество, давняя надежда найти жизнь за пределами биосферы Земли засияла с новой силой. Мы «смотрим» в космос и «слушаем» его с помощью огромного количества разнообразных телескопов, «ловим» гравитационные волны и реликтовое излучение, изучаем Солнечную систему, её окрестности, структуру Галактики и макроструктуру Вселенной, выясняем химический состав небесных тел и межзвездного вещества и узнаем удивительные факты... Но пока жизнь известна нам лишь на одной-единственной планете – на Земле, в поисках иной биологии мы опираемся на нашу собственную. Любая из ныне существующих научных гипотез возникновения жизни на Земле – будь то возникновение первых живых существ в «первичном бульоне», в щелочных источниках или в грязевых котлах – опирается на органические соединения, построенные на углероде, и эксплуатирует воду в качестве среды и растворителя. Одни ли мы во Вселенной или жизнь неизбежна? Могла ли где-нибудь жизнь зародиться иначе? И, если могла, то как она может быть устроена? Какие элементы могли бы выступить в качестве её основы взамен углерода (бор, азот, кремний и др.), какие растворители могли бы заменить воду (аммиак, угольная кислота, формамид и др.) и при каких условиях? Каковы варианты биохимии на привычных для нас элементах?

Занятие 15. «Жизнь в облаках и на планетах без звезд?»

Лекция посвящена обсуждению возможностей образования сложной органики и информационных молекул в особых условиях отсутствия излучения звезд. Речь идет о химических процессах в плотных облаках межзвездного газа и пыли. Здесь пылинки могут играть роль своего рода химических реакторов и катализаторов сложных реакций. В свою очередь в настоящее время обнаружены т.н. планеты-странники, не связанные гравитационно ни с какой звездой. Они могут обладать атмосферой и разогреваться внутренними источниками энергии. Рассматривается возможность возникновения жизни на таких планетах.

V. Цикл «Физические предпосылки возникновения жизни»

Занятие 16. «Звездная эволюция и синтез химических элементов»

«Кирпичиками», из которых строятся живые существа, являются атомы. И само наличие жизни, и её специфические характеристики зависят от свойств атомов и от их количества. В лекции будет рассказано, как постепенно в ходе эволюции Вселенной заполнялись ячейки таблицы Менделеева, а также почему количество атомов разных видов в нашей Вселенной так сильно различается.

Занятие 17. «Космология и антропный принцип»

В лекции будут рассмотрены исторические аспекты эволюции космологических принципов с расширением наших знаний об окружающем мире. К настоящему времени мы знаем основные компоненты Вселенной и их соотношение в разные эпохи. Будет проведено сравнение особенностей поведения космологических констант и описано их влияние на устойчивость космических структур, которые необходимы для появления сложных элементов. Подлежит обсуждению реалистичность антропного принципа в рамках современных физических концепций и возможности его использования для построения согласованной модели Вселенной.

Занятие 18. «От Большого взрыва до разума – универсальная эволюция»

В лекции последовательно рассматриваются основные положения универсального эволюционизма и, частично, его обобщения на «мультиверсальный» эволюционизм, который тоже оказывается важным в контексте проблемы SETI. Вводится понятие об универсальных векторах эволюции, о «трех рукавах» эволюции, о возможной роли искусственного интеллекта в характере связи второго и третьего рукава. Вводится и обсуждается понятие о «сверхразумных» формах существования материи Z_0 , Z_1 , ... В контексте «мультиверсальной» эволюции ставится вопрос о связи пределов эволюции с набором фундаментальных констант и о наших собственных перспективах в контексте этой проблемы.

VI. Цикл «SETI сегодня и завтра»

Занятие 19. «Общие проблемы SETI»

В контексте исторического развития исследований по проблематике SETI рассматривается становление современного понимания этой области исследований и ожидаемые перспективы. Обсуждаются основные классические направления работы и мысли в проблеме SETI, – как в области практических наблюдений и поисков, так и в области теории. Показана особая роль «парадокса Ферми» в проблеме поиска внеземного разума и его влияние на формирование современных и перспективных стратегий поиска внеземных цивилизаций.

Занятие 20. «Старые идеи и новые программы SETI»

Лекция посвящена обзору некоторых программ поиска сигналов внеземных цивилизаций в радио- и оптическом диапазонах. Обсуждаются стратегии, положенные в их основу, инструменты, с помощью которых проводятся наблюдения. Формулируются возможные критерии искусственности сигналов. Приводятся результаты поиска сигналов внеземных цивилизаций в оптическом диапазоне от звезд с земноподобными планетами в зонах обитания и вероятных маяков внеземных цивилизаций в САО. Обсуждаются цели и задачи большой программы Breakthrough Initiative по поиску сигналов внеземных цивилизаций и отправке космических кораблей к Proxima Cen. Приводятся примеры нестандартных вариантов поиска сигналов от цивилизаций III типа.

Занятие 21. «Научная фантастика и проблема SETI»

Нам одиноко и грустно было бы думать, будто мы одни в этой огромной Вселенной – этого просто не может быть, не так ли? Хочется, наконец, встретить их, наших братьев по разуму, представителей внеземных цивилизаций! Это сильное желание способно вдохновить на великие свершения: слушать и обозревать Космос, пытаясь заметить среди «шума» осмысленный сигнал от Них; самим составлять и отправлять в космическое пространство сигналы о нас (Карл Саган, Джонатан и Кристофер Нолан); строить роботизированные космические аппараты и отправлять их к далёким планетам; создавать пилотируемые экспедиции в соседние (и не очень) Звёздные системы (братья Стругацкие; Фрэнк Герберт) отважиться на путешествие через «кротовые норы» или снарядить экспедицию в окрестности Черной дыры (Артур Кларк, Джонатан и Кристофер Нолан, Клиффорд Саймак, Рэй Брэдбери)... Все это возможно в научной фантастике! Особенно потрясает воображение тот факт, что авторам именно этого жанра литературы (Герберт Уэллс, Джордано Бруно, Жюль Верн) порой удается предвосхитить научные открытия и изобретения. Научная фантастика – дверь в ещё неизведанный, едва намекающий о своём существовании удивительный мир! Какими нам видятся далёкие миры, полные диковинных существ? (Фрэнк Герберт, братья Стругацкие) Как эти существа выглядят, общаются, чем питаются, какой образ жизни ведут, разумны ли они и насколько? Удастся ли нам, встретившись, понять друг друга? (Жозеф Рони старший, Вольтер, братья Стругацкие) Будет ли наша долгожданная встреча вдохновляющей или, напротив, обернется непримиримым противостоянием? (Герберт Уэллс, Лукиан Самосатский, Вольтер).

Занятие 22. «Научная фантастика о контактах с внеземными цивилизациями»

Хорошая фантастика обладает «туннельным эффектом» – вымышленный мир напрямую связан с реальным. «Марсианские хроники» Брэдбери инициированы «Гроздьями гнева» Стейнбека. А художественный вариант проблемы SETI (точнее, CETI) выводит к нашим сегодняшним проблемам. В фантастике внеземной разум уже обнаружен и предложен диапазон отношений к нему. Страх и отказ от контакта: «Жук в муравейнике» Стругацких, «Буранный полустанок» Айтматова. Космическая дипломатия: «Первый Контакт» Лейнстера. Благотворность контакта. Ульмшнайдер («Разумная жизнь во Вселенной») приходит к ней логически: главная угроза – неразумность, ОНИ сумели ее преодолеть, значит достаточно ответственные и нас не обидят. А Саймак воплощает художественно: «Дом обновленных», «Детский сад» и др...

VII. Мозговой штурм: создаем внеземную цивилизацию

VIII. Занятия по математике

Цикл лекций по логике, комбинаторике и теории вероятностей. Представление о разных логиках – от Аристотеля до многозначных и вероятностных логик. Представления о сложности аксиоматического подхода к математике. Теоремы Гёделя.

IX. Цикл психологических тренингов

Часть 1.

1.1. Проблема взаимопонимания и групповой организации для выполнения общей задачи:

- при ограниченных сенсорных возможностях;
- при использовании всех каналов коммуникации.

1.2. Решение общей задачи на основании прогноза поведения партнера и знания его стереотипов мышления при полном отсутствии коммуникации:

- работа в парах;
- работа в группах.

1.3. Решение поставленной задачи в группе с использованием всех каналов коммуникации: работа в группах.

Часть 2.

2.1. Теория доминанты А.А.Ухтомского. О необходимости формирования позитивной доминанты.

2.2. Эффект «зеркала». Как нужно понимать явление. Как использовать в жизни и карьере.

2.3. Понятие «знака и значения» Л.С. Выготского. Применение в коммуникации.

2.4. Понятие динамического стереотипа, построение правильных динамических стереотипов.

X. Работа с научными руководителями по исследовательским проектам по астрофизике

ФИО ученика	Научный руководитель	Тема
Аверьянов Андрей	Бирюков А.В.	"Поиск квази-интеграла движения в гравитационном поле галактики"
Аникина Елена	Верходанов О.В.	"Отождествление радиогалактик по оптическим и радио- данным неба"
Базров Степан	Верходанов О.В.	"Отождествление радиогалактик по оптическим и радио- данным неба"
Басалаева Маргарита	Казанцев А.Н.	"Анализ долговременных вариаций амплитуд средних профилей пульсаров на 111 МГц"
Булыгин Игорь	Марьева О.В.	"Туманности вокруг звезд Вольфа-Райе (WR) как индикатор их эволюционного статуса"
Бурмистрова Анна	Бирюков А.В.	"Исследование связи реальных возрастов пульсаров с их характеристическими возрастaми"
Валеева Лейсан	Бирюков А.В.	"Третий интеграл в движении радиопульсаров "
Волков Александр	Бирюков А.В.	"Исследование связи реальных возрастов пульсаров с их характеристическими возрастaми"
Глыбовская Юлия	Бескин Г.М.	"Возможные параметры не/обитаемой планеты в период ее существования"
Горбачев Егор	Макаров Д.И.	"Определение массы близких групп галактик"
Запорожец Артём	Верходанов О.В.	"Поиск кандидатов в далекие радиогалактики по данным радио и оптических диапазонов"

Зюзько Иван	Казанцев А.Н.	"Исследование моментов прихода гигантских импульсов пульсаров"
Калинкин Анатолий	Ченцов Е. Л.	"Орион в свете новых данных"
Клопова-Сапоровская Ирина	Чашкина А.А.	"Определение магнитного поля нейтронной звезды 2S 1417-624"
Коломытцева Ольга	Марьева О.В.	"Туманности вокруг звезд Вольфа-Райе как индикатор их эволюционного статуса"
Ороновская Александра	Верходанов О.В.	"Поиск кандидатов в скопления галактик на картах микроволнового фонового излучения космической миссии Planck"
Переверзев Глеб	Бирюков А.В.	"Исследование связи реальных возрастов пульсаров с их характеристическими возрастaми"
Пономарев Дмитрий	Бирюков А.В.	"Исследование связи реальных возрастов пульсаров с их характеристическими возрастaми"
Сударик Иван	Крушинский В.В.	"Разработка и создание спектрографа"
Сысоев Данил	Бирюков А.В.	"Поиск квази-интеграла движения в гравитационном поле Галактики"
Танаев Владислав	Бирюков А.В.	"Поиск квази-интеграла движения в гравитационном потенциале Галактики"
Токарева Екатерина	Бирюков А.В.	"Оценки начальных параметров одиночных радиопульсаров"
Трескова Ангелина	Марьева О.В.	"Туманности вокруг звезд Вольфа-Райе (WR) как индикатор их эволюционного статуса"
Тухта Владислав	Крушинский В.В.	"Определение параметров звездных скоплений по данным фотометрических и астрометрических каталогов Vizier"
Хадарцев Арсений	Марьева О.В.	"Туманности вокруг звезд Вольфа-Райе (WR) как индикатор их эволюционного статуса"
Шведенко Кирилл	Макаров Д.И.	"Определение массы близких групп галактик"
Шилова Анастасия	Бирюков А.В.	"Поиск квази-интеграла движения в гравитационном поле Галактики"
Шорин Дмитрий	Верходанов О.В.	"Поиск кандидатов в скопления галактик на картах микроволнового фонового излучения космической миссии Planck"

XI. Практический курс английского языка

Практические занятия «Разговорный и письменный английский язык в науке».

XII. Финальная научная конференция

XIII. Вечерние наблюдения

XIV. Кружковые занятия по выбору