

**Министерство просвещения России**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Башкирский государственный педагогический университет**  
**им. М. Акмуллы»**

**План работы**  
**научно-исследовательской лаборатории БГПУ им. М Акмуллы**  
**Международный центр астрофизики им. Я.Б. Зельдовичана**  
**период 2020-2024 гг.**

**1. Цели и задачи деятельности научно-исследовательской лаборатории.**

Научные исследования лаборатории связаны с локальными гравитационными эффектами, такими как гравитационное линзирование в сильном и слабом полях, аккреция на компактные объекты, относительная задержка времени, анализ стабильности решений, квазинормальные моды гравитационных волн. Перечисленные эффекты могут быть успешно использованы для ограничения свободных параметров модифицированных теорий гравитации.

Основными задачами исследований являются:

- Получение характеристик гравитационного линзирование компактными астрофизическими объектами
- Ограничение свободных параметров частных решений ОТО и модифицированных теорий гравитации
- Исследование процесса аккреции и аккреционных дисков компактных объектов.
- Анализ стабильности частных решений ОТО и модифицированных теорий гравитации.

**2. Структура научно-исследовательской лаборатории.**

**2.1. Кадровый состав.**

Квалификация кадрового состава (таблица № 1.)

№	ФИО	Ученая степень	Текущий статус в БГПУ им. М.Акмуллы:	Планируемая позиция в Лаборатории	Планируемые условия занятости: <i>штатный, совместитель</i>
1	Измаилов Рамиль	к.ф.-м.н.	<i>штатный</i>	Руководитель	<i>штатный</i>



	Наильевич				
2	Камал Канти Нанди	PhD	<i>штатный</i>	Научный руководитель	<i>штатный</i>
3	Каримов Рамис Хамитович	-	<i>штатный</i>	Младший научный сотрудник	<i>штатный</i>
4	Лукманова Регина Фануровна	-	<i>штатный</i>	Младший научный сотрудник	<i>штатный</i>
5	Гарипова Гузель Миннизиетовна	к.ф.-м.н.	<i>штатный</i>	Старший научный сотрудник	<i>штатный</i>
6	Баринова Наталья Александровна	к.п.н.	<i>штатный</i>	Старший научный сотрудник	<i>штатный</i>
7	Тулганова Гулира Юлдашевна	-	<i>не трудоустроены</i>	аспирант	<i>совместитель</i>
8	Камалова Дилара Юлаевна	-	<i>не трудоустроены</i>	аспирант	<i>совместитель</i>

Таб. 2. Квалификация кадрового состава и его планирование

Показатель	01.2020	01.2021	01.2022	01.2023	01.2024
Количество штатных НПР	6	6	6	6	7
Количество штатных НПР, имеющих научную степень кандидата или доктора наук	4	4	4	5	6
Численность штатных НПР до 39 лет	4	4	4	4	4
Численность штатных НПР, имеющих научную степень кандидата или доктора наук до 39 лет	3	4	4	5	5

## 2.2. Образовательная деятельность научно-образовательной, научно-исследовательской лаборатории

На базе Лаборатории проводятся научные исследования магистрантов по направлению «Физико-астрономическое образование», выполняются ВКР, курсовые работы, научно-исследовательская практика. В настоящий момент три аспиранта проходят обучение под руководством проф. Камала Нанди на базе Лаборатории.



### 3. Анализ состояния и тенденций развития лабораторий.

Таб 3. SWOT-анализ конкурентных преимуществ и проблемных зон развития научно-исследовательской лаборатории.

Сильные стороны	Слабые стороны
Кадровое обеспечение	
Зарубежный PhD профессор с высокой активностью и публикационной	Отсутствие бюджетных мест в аспирантуре
Материально-техническое, учебно-методическое и информационное обеспечение научно-образовательного процесса	
Для проведения научных исследований нет необходимости в дорогостоящем оборудовании	Необходимо дооснащение компьютерной оргтехники, установка кондиционера.
Привлечение финансирования НИР	
Активное участие в заявках на гранты	Недостаточная численность штата лаборатории для участия в грантах РФ
Научно-исследовательская деятельность	
Публикация в высокорейтинговых журналах (преимущественно в журналах I и II квартилей)	Уменьшение штата сотрудников
Возможности	Угрозы
Увеличение публикационных показателей	Большая учебная нагрузка

### 4. Проекты развития лаборатории.

1. Проект «Наблюдательные ограничения на модифицированные теории гравитации».

Модифицированные теории гравитации возникли в связи с необходимостью замены «малопонятной» темной энергии на эффект, возникающий в результате кривизны пространства. Несмотря на то, что подобные теории весьма успешны в описании космологических проблем, при этом, в рамках подобных теорий было проведено недостаточно исследований в контексте исследования локальных объектов, таких как галактики, черные дыры, кротовые норы. Гравитационное линзирование – важнейший наблюдательный тест теорий гравитации. В настоящее время проводятся наблюдения в широком спектре астрофизических сценариев, начиная от звезд в галактиках и скоплений галактик до крупномасштабной структуры Вселенной. Все эти эффекты до сих пор наблюдаются только в квазиньютоновском пределе слабого отклонения общей теории относительности.

Таким образом, в то время как гравитационное линзирование доказало свою важность для



измерения масс в астрофизике, оно еще не было в состоянии проверить фундаментальные теории гравитации в физике. Актуальность данного проекта обусловлена необходимостью расчета и сравнительного анализа параметров гравитационного линзирования для тестов альтернативных теорий гравитации. Проект направлен на решение одной из фундаментальных проблем астрофизики и теории гравитации - ограничение свободных параметров моделей модифицированных теорий гравитации путем детального анализа частных решений для черных дыр и кротовых нор.

2. Проект «Общие релятивистские эффекты вращения астрофизических объектов на динамику частиц/фотонов в режиме сильного гравитационного поля: новые теоретические предсказания и их возможные приложения»

Эксперимент Gravity Probe B проверяет два важных предсказания общей теории относительности, так называемые эффекты геодезической прецессии гироскопов и увлечения инерциальных систем отсчёта. Оба эффекта возникают из-за вращения гравитирующего объекта. Таким образом, ожидается, что вращение гравитирующих объектов будет влиять на динамику частиц в пространстве-времени вокруг источника. Примером может служить эффект Саньяка, давно подтвержденный экспериментом Хафеле-Китинга вокруг Земли. Его наиболее важное применение - связь с использованием систем GPS или ГЛОНАСС. Некоторые другие гравитационные эффекты, такие как гравитационное линзирование или гравитационная временная задержка, в настоящее время часто используются для получения различной информации о гравитирующем источнике и соответствующей геометрии пространства-времени. Однако все такие эффекты обычно вычисляются для статических метрик пространства-времени.

Целью предлагаемой проектной работы является всестороннее изучение общих релятивистских эффектов, учитывающих вращение, на динамику частиц / фотонов с целью исследования пространственно-временной структуры удаленной части нашей галактики, а также близлежащих галактик, включая темную материю. Эффект относительной временной задержки (ОЗВ) или времен прибытия (ВП), гравитационное ускорение времени как в режиме слабого, так и в сильном гравитационном поле, явления аккреции и гравитационное линзирование оказались отличным инструментом для исследования пространственно-временной структуры удаленных областей нашей галактики, а также близлежащих галактик, включая темную материю.

Всестороннее изучение характеристик вращающихся астрофизических источников будет включать, помимо прочего, следующие важные новые задачи:

1. Относительная временная задержка (ОЗВ): Это новый эффект совершенно другой природы - это не задержка Шапиро. ОЗВ демонстрирует наиболее важный эффект, вызванный увлечением инерциальных систем отсчета. Применение этого эффекта поможет нам получить информацию о пространстве-времени очень далеких вращающихся объектов, например, существующих в центрах галактик. Проблема, которую мы будем решать, среди прочего, состоит в том, чтобы изучить влияние темной материи на эффект относительной временной задержки, который будет полезным инструментом для определения не только вращения, но также природы и распределения темной материи.

2. Гравитационное ускорение времени: Исполнителями проекта ранее был предложен абсолютно новый эффект. Он также называется отрицательной гравитационной временной задержкой или временным опережением [Gravitational time advancement and its possible detection, A. Bhadra, K. K. Nandi / General Relativity and Gravitation 42(2):293-302 (2010)]. Этот эффект теперь признан сообществом астрофизиков. Другие исследователи работали над этим новым эффектом и опубликовали полученные результаты. Проблема состоит в том, чтобы найти, как эффект опережения времени сочетается с эффектом ОЗВ, чтобы получить наблюдаемый эффект. Это будут совершенно новые прогнозы и возможность идентифицировать соответствующий вращающийся объект.



3. Задержка / ускорение времени в режиме сильного гравитационного поля: Чрезвычайно важно исследовать оба упомянутых выше эффекта в режиме сильного поля вращающегося источника. Мы ожидаем, что результаты прольют новый свет на движение света, исходящего от вращающегося источника или пульсаров, вращающихся вокруг него.



**Приложение к Плану работы  
лаборатории**

**Международный центр астрофизики им. Я.Б. Зельдовича**  
(на период 2020-2024 гг.)

**Целевые показатели развития лаборатории  
Международный центр астрофизики им. Я.Б. Зельдовича**

Наименование показателя		Ед.изм.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
<b>1. Показатели результативности научно-исследовательской и инновационной деятельности</b>							
Число публикаций, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования:							
1.	Web of Science	ед.	5	6	7	8	9
2.	Scopus	ед.	5	6	7	8	9
Количество цитирований публикаций, изданных за последние 5 лет, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования (с учетом самоцитирования):							
3.	Web of Science в расчете на ед. ННР	ед.	479	528	581	640	704
4.	Scopus в расчете на ед. ННР	ед.	504	555	610	671	760
5.	Объем финансирования НИР/НИОКР на сотрудника (на основе приказа о ВТК и штатного расписания)	тыс.руб.	115	115	115	115	115
<b>2. Показатели образовательной деятельности</b>							
6.	Количество и наименования ОПОП, в реализации которых принимает участие лаборатория/центр.	Ед.	2	1	1	1	1



Результаты интеллектуальной деятельности									
7.	Количество созданных результатов интеллектуальной деятельности	ед.	0	0	0	0	0	0	0
8.	Средства, полученные от управления объектами интеллектуальной собственности	млн.руб.	0	0	0	0	0	0	0
<b>3. Показатели экономической устойчивости</b>									
9.	Доходы из всех источников на ед. НИР	тыс.руб.	15	15	15	15	15	15	15
10.	Объем средств, привлеченных за счет реализации программ ДПП, на ед. НИР	тыс.руб.	0	0	0	0	0	0	0
<b>4. Показатели интернационализации и международного признания</b>									
11.	Количество иностранных сотрудников	ед.	1	1	1	1	1	1	1
12.	Количество международных проектов	ед.	0	0	0	0	0	0	0

Заведующий лабораторией

Директор ИФМЦН

Р. Н. Измаилов

И.В. Кудинов