

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра фундаментальной математики

**Авторы-составители: Скачкова Елена Александровна
Павелкин Владимир Николаевич**

Рабочая программа дисциплины

**АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
ФИЗИКИ**

Код УМК 80939

Утверждено
Протокол №9
от «22» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Алгебраические и геометрические методы математической физики

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **02.04.01** Математика и компьютерные науки
направленность Математическое моделирование

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Алгебраические и геометрические методы математической физики** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

02.04.01 Математика и компьютерные науки (направленность : Математическое моделирование)

ОПК.1 Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики

Индикаторы

ОПК.1.1 Осуществляет сбор и анализ информации по решаемой проблеме

ОПК.2 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, совершенствовать и разрабатывать концепции, теории и методы

Индикаторы

ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы

ОПК.2.2 Создает новые математические модели

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	02.04.01 Математика и компьютерные науки (направленность: Математическое моделирование)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	1
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	12
Проведение практических занятий, семинаров	24
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	0
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (1 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Входной контроль

К началу изучения курса "Алгебраические и геометрические методы математической физики" студент должен знать содержание дисциплин: алгебра, аналитическая и дифференциальная геометрия, математический анализ, теорию дифференциальных уравнений и уравнения в частных производных, тензорный анализ.

Многообразия и группы симметрий

Определение многообразия. касательное и кокасательные пространства, векторное поле, координатный базис, тензорные поля, аффинная связность, ковариантная производная, тензор кривизны. Группы Ли, пространственные группы, группы внутренних симметрий.

КТ №1

Коллоквиум по пройденным темам.

Современные математические модели теории гравитации

Принципы общей теории относительности, уравнения Эйнштейна, астрофизические и космологические решения уравнений Эйнштейна.

КТ №2

Индивидуальная работа по составлению и решению уравнений Эйнштейна.

Теория калибровочных полей

Калибровочные поля, теория Янга-Миллса, спонтанное нарушение симметрии и механизм Хиггса, модель Вайнберга-Салама.

ИКМ

Экзамен по тематике разделов "Современные математические модели теории гравитации" и "Теория калибровочных полей".

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Высшая математика. Том 4. Дифференциальные уравнения. Ряды. Ряды Фурье и преобразование Фурье. Дифференциальное и интегральное исчисление функций нескольких переменных. Теория поля : учебник / А. П. Господариков, М. А. Зацепин, Г. А. Колтон [и др.] ; под редакцией А. П. Господариков. — Санкт-Петербург : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. — 213 с. — ISBN 978-5-94211-713-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/71690.html>
2. Лобов Н. И., Любимов Д. В. Общая теория относительности: учебно-методическое пособие / Н. И. Лобов, Д. В. Любимов. - Пермь, 2007, ISBN 5-7944-0816-2. - 127. - Библиогр.: с. 126
3. Горбунов Д. С., Рубаков В. А. Введение в теорию ранней Вселенной. Теория горячего Большого взрыва / Д. С. Горбунов, В. А. Рубаков. - Москва: URSS, 2008, ISBN 978-5-382-00657-4. - 544. - Библиогр.: с. 537-539. - Предм. указ.: с. 540-543

Дополнительная:

1. Роуэн-Робинсон М. Космология / М. Роуэн-Робинсон ; пер. Н. А. Зубченко ; ред. П. К. Силаева. - Москва: Регулярная и хаотическая динамика, 2008, ISBN 978-5-93972-659-7. - 256. - Библиогр.: с. 221-222. - Предм. указ.: с. 232-237. - Имен. указ.: с. 238
2. Рубаков Валерий Анатольевич Классические калибровочные поля / Валерий Анатольевич Рубаков. - М.: Эдиториал УРСС, 1999, ISBN 5-8360-0003-4. - 336.
3. Уолд Р. М. Общая теория относительности / Р. М. Уолд ; пер. с англ. В. Р. Гаврилова [и др.] ; под ред. И. Л. Бухбиндера, С. В. Червона. - Москва: Издательство Российского университета дружбы народов, 2008, ISBN 978-5-209-02964-9. - 693. - Библиогр.: с. 665-681. - Предм. указ.: с. 682-686
4. Понтрягин Л. С. Непрерывные группы / Л. С. Понтрягин. - Москва: Эдиториал УРСС, 2004, ISBN 5-354-00957-X. - 520.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Алгебраические и геометрические методы математической физики** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов - аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Алгебраические и геометрические методы математической физики**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.1

Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.1.1 Осуществляет сбор и анализ информации по решаемой проблеме	Знает основные определения и утверждения теории калибровочных полей. Умеет найти информацию в литературе или сети интернет по поводу существующих калибровочных теорий единых физических полей.	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные определения и утверждения теории калибровочных полей. Не умеет найти информацию в литературе или сети интернет по поводу существующих калибровочных теорий единых физических полей.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Частично знает основные определения и утверждения теории калибровочных полей. Не умеет найти информацию в литературе или сети интернет по поводу существующих калибровочных теорий единых физических полей.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Частично знает основные определения и утверждения теории калибровочных полей. Умеет найти информацию в литературе или сети интернет по поводу существующих калибровочных теорий единых физических полей.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Знает основные определения и утверждения теории калибровочных полей. Умеет найти информацию в литературе или сети интернет по поводу существующих калибровочных теорий единых физических полей.</p>

ОПК.2

Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, совершенствовать и разрабатывать концепции, теории и методы

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.2.1 Составляет математическое	Знать: Основные определения понятий теории дифференцируемых	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные определения понятий теории дифференцируемых многообразий и</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
описание решаемой проблемы	многообразий и теории групп Ли, основные теоремы и утверждения этих теорий. Уметь: привести примеры применения теории дифференцируемых многообразий и групп Ли в физике.	<p>Неудовлетворител теории групп Ли, основные теоремы и утверждения этих теорий. Не может привести примеры применения теории дифференцируемых многообразий и групп Ли в физике.</p> <p>Удовлетворительн Частично знает основные определения понятий теории дифференцируемых многообразий и теории групп Ли, основные теоремы и утверждения этих теорий. Не может привести примеры применения теории дифференцируемых многообразий и групп Ли в физике.</p> <p>Хорошо Частично знает основные определения понятий теории дифференцируемых многообразий и теории групп Ли, основные теоремы и утверждения этих теорий. Может привести 2 примера применения теории дифференцируемых многообразий и групп Ли в физике.</p> <p>Отлично Знает основные определения понятий теории дифференцируемых многообразий и теории групп Ли, основные теоремы и утверждения этих теорий. Может привести примеры применения теории дифференцируемых многообразий и групп Ли в физике.</p>
ОПК.2.2 Создает новые математические модели	Знает: определения основных понятий и основные утверждения теории гравитации, известные решения уравнений Эйнштейна. Умеет: восприводить известные решения уравнений Эйнштейна, находить простейшие новые решения, строить простейшие космологические модели.	<p>Неудовлетворител Не знает определения основных понятий и основные утверждения теории гравитации, известные решения уравнений Эйнштейна. Не умеет восприводить известные решения уравнений Эйнштейна, находить простейшие новые решения, строить простейшие космологические модели.</p> <p>Удовлетворительн Частично знает определения основных понятий и основные утверждения теории гравитации, известные решения уравнений Эйнштейна. Не умеет восприводить известные решения уравнений Эйнштейна, находить простейшие новые решения, строить простейшие космологические модели.</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>модели.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Частично знает определения основных понятий и основные утверждения теории гравитации, известные решения уравнений Эйнштейна. Умеет воспроизводить известные решения уравнений Эйнштейна, не умеет находить простейшие новые решения, строить простейшие космологические модели.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает определения основных понятий и основные утверждения теории гравитации, известные решения уравнений Эйнштейна. Умеет воспроизводить известные решения уравнений Эйнштейна, не умеет находить простейшие новые решения, строить простейшие космологические модели.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	аналитическая и дифференциальная геометрия, тензорный анализ.
ОПК.1.1 Осуществляет сбор и анализ информации по решаемой проблеме ОПК.2.2 Создает новые математические модели ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы	КТ №1 Письменное контрольное мероприятие	Многообразие, касательное пространство, тензоры и тензорные поля, скобка Ли, группа Ли, алгебра Ли, генераторы группы Ли
ОПК.1.1 Осуществляет сбор и анализ информации по решаемой проблеме ОПК.2.2 Создает новые математические модели ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы	КТ №2 Письменное контрольное мероприятие	Различные источники гравитационного поля. Анизотропные космологические решения уравнений Эйнштейна. Математические модели черных дыр и кротовых нор.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1.1 Осуществляет сбор и анализ информации по решаемой проблеме ОПК.2.2 Создает новые математические модели ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы	ИКМ Итоговое контрольное мероприятие	Принципы общей теории относительности, уравнения Эйнштейна, астрофизические и космологические решения уравнений Эйнштейна. Калибровочные поля, теория Янга-Миллса, спонтанное нарушение симметрии и механизм Хиггса, модель Вайнберга-Салама.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
верно решает задания по теории дифференциальных уравнений	40
верно решает задания по тензорному анализу	40
верно решает задания по дифференциальной геометрии	20

КТ №1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знает формулировки и доказательства теорем	20
Умеет решать типовые задачи	10
Знает определения понятий	10

КТ №2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
знает основные положения общей теории относительности и релятивистской космологии	10
умеет находить решения Шварцшильда и Фридмана	10

ИКМ

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
решать уравнения Эйнштейна, проводить исследование метрики на наличие спонтанного нарушения симметрии	20
основные положения общей теории относительности, теории групп Ли, теории калибровочных полей	20