
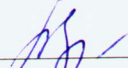


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено: на заседании кафедры  
протокол от « 20 » апреля 2020 г.  
№ 5  
Зав. кафедрой  /Хабибуллин Б.Н.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института  
 /Ефимов А.М.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Тензоры и спиноры и их приложения в естествознании  
(наименование дисциплины)

Часть, формируемая участниками образовательных отношений  
(обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений)

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
01.03.01 Математика  
(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки  
"Преподавание математики и информатики"  
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация  
бакалавр  
(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)  
Доцент кафедры ВАиГ, к.ф.-м.н.

 /Шарипов Р. А./

Для приема: 2020 г.

Уфа 2020 г.

Составитель: к. ф.-м. н., доцент Шарипов Руслан Абдулович.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры Высшей алгебры и геометрии,  
протокол № 5 от « 20 » апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой



/ Хабибуллин Б. Н. /

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5, 13
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	5
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине	5
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине	6, 19,20
4.3. Рейтинг-план дисциплины	10,13
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	10
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	10
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	12
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
7. Приложение 1	13
8. Приложение 2	17
9. Приложение 3	18
10. Приложение 4	19
11. Приложение 5	20

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 – Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий.	ПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.	<u>Знать</u> : определения расширенного тензорного поля и расширенного спинорного поля; эпиморфизмы групп SU(2) и SL(2) в группы SO(3) и SO(1,3); определения спиноров Вейля и Дирака; формулы для компонент метрической связности в расслоениях вейлевских и дираковских спиноров; расслоения U(1), SU(2) и SU(3) в рамках Стандартной Модели элементарных частиц; механизм Хиггса спонтанного нарушения калибровочной симметрии в электрослабом расслоении.
	ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.	<u>Уметь</u> : выводить две формулы для компонент метрической связности в расслоении дираковских спиноров; объяснять происхождения W и Z бозонов; объяснять дробный характер электрического заряда кварков и матричный характер их масс.
	ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.	<u>Владеть</u> : способностью соединять теоретические знания с практическими навыками при выполнении заданий рубежного контроля с целью применения в будущем полученных навыков для выявления закономерностей в отдельной предметной области.

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Тензоры и спиноры и их приложения в естествознании» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Б1.В.ДВ.04.02.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Целью учебной дисциплины «Тензоры и спиноры и их приложения в естествознании» является углубление знаний о тензорах и спинорах, полученных из обязательных курсов алгебры и геометрии, и знакомство с их применением в физике элементарных частиц.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в дисциплинах обязательной части, которые изучаются на 1-3 курсах.

### 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

#### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

ПК-1 – Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
ПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.	<u>Знать</u> : определения расширенного тензорного поля и расширенного спинорного поля; эпиморфизмы групп $SU(2)$ и $SL(2)$ в группы $SO(3)$ и $SO(1,3)$ ; определения спиноров Вейля и Дирака; формулы для компонент метрической связности в расслоениях вейлевских и дираковских спиноров; расслоения $U(1)$ , $SU(2)$ и $SU(3)$ в рамках Стандартной Модели элементарных частиц; механизм Хиггса спонтанного нарушения калибровочной симметрии в электрослабом расслоении.	Практически не знает	Имеет значительные пробелы в знаниях	Знает почти всё	Знает всё

ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.	<u>Уметь</u> : выводить две формулы для компонент метрической связности в расслоении дираковских спиноров; объяснять происхождения $W$ и $Z$ бозонов; объяснять дробный характер электрического заряда кварков и матричный характер их масс.	Практически не умеет	Не умеет по значительной части	Умеет почти всё	Умеет всё
ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.	<u>Владеть</u> : способностью соединять теоретические знания с практическими навыками при выполнении заданий рубежного контроля с целью применения в будущем полученных навыков для выявления закономерностей в отдельной предметной области.	Практически не владеет	Не владеет по значительной части	По существу владеет	Владеет

#### Форма итогового контроля по дисциплине – экзамен

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины.

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или)	<u>Знать</u> : определения расширенного тензорного поля и расширенного спинорного поля; эпиморфизмы	Задания для рубежного контроля, экзаменационные вопросы и билеты,

естественных наук, программирования и информационных технологий.	групп $SU(2)$ и $SL(2)$ в группы $SO(3)$ и $SO(1,3)$ ; определения спиноров Вейля и Дирака; формулы для компонент метрической связности в расслоениях вейлевских и дираковских спиноров; расслоения $U(1)$ , $SU(2)$ и $SU(3)$ в рамках Стандартной Модели элементарных частиц; механизм Хиггса спонтанного нарушения калибровочной симметрии в электрослабом расслоении.	текущая проверка усвоения материала при помощи экзаменационных вопросов.
ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.	<u>Уметь</u> : выводить две формулы для компонент метрической связности в расслоении дираковских спиноров; объяснять происхождения $W$ и $Z$ бозонов; объяснять дробный характер электрического заряда кварков и матричный характер их масс.	Задания для рубежного контроля, экзаменационные вопросы и билеты, текущая проверка усвоения материала при помощи экзаменационных вопросов.
ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.	<u>Владеть</u> : способностью соединять теоретические знания с практическими навыками при выполнении заданий рубежного контроля с целью применения в будущем полученных навыков для выявления закономерностей в отдельной предметной области.	Задания для рубежного контроля, экзаменационные вопросы и билеты, текущая проверка усвоения материала при помощи экзаменационных вопросов.

### Вопросы для проведения экзамена

1. Тензорные поля, зависящие от других тензорных полей, и понятия расширенного тензорного поля. Дифференцирование расширенных тензорных полей в пространствах со связностью и метрических многообразиях.
2. Эпиморфизмы группы  $SU(2)$  в группу  $SO(3)$  и группы  $SL(2)$  в группу  $SO(1,3)$  и связанные с ними спиноры Вейля в размерностях 3 и 4.

3. Расширенные спинорные поля и их дифференцирование в пространствах со связностью и метрических многообразиях.
4. Преобразование инверсии в касательном расслоении и связанное с ним расширение Дирака вейлевских спиноров. Вещественная и комплексная метрики в расслоении дираковских спиноров.
5. Поднятие метрической связности на расслоении дираковских спиноров для пространств общей теории относительности.
6. Две формулы для компонент метрической связности в расслоении дираковских спиноров.
7. Объединение электромагнитного, слабого и сильного взаимодействий в рамках Стандартной Модели элементарных частиц с неквантованным гравитационным полем.
8. Спонтанное нарушения симметрии в электрослабом расслоении, механизм Хиггса и поле Хиггса.
9. Возникновение  $W$  и  $Z$  бозонов в рамках Стандартной Модели с нарушенной симметрией в электрослабом расслоении.
10. Кварки, их дробный электрический заряд и матричный характер их масс.

### Экзаменационные билеты

Экзаменационные билеты состоят из 2 вопросов, первый вопрос берётся из первой половины списка вопросов к экзамену (1-5), второй вопрос — из второй половины списка (6-10).

#### Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** если студент продемонстрировал владение более 80% учебного материала по дисциплине.
- **17-24 баллов** если студент продемонстрировал владение от 60% до более 79% учебного материала по дисциплине.
- **10-16 баллов** если студент продемонстрировал владение от 45% до более 59% учебного материала по дисциплине.
- **1-10 баллов** если студент продемонстрировал владение менее 45% учебного материала по дисциплине.

Образец экзаменационных билетов представлен в приложении 4.



### Задания рубежного контроля.

Задания для рубежного контроля представляют собой задания на понимание теоретического материала и проверку навыков выполнения некоторых вычислений по программе курса. Они приведены в приложении 3. Безупречное выполнение одного такого задания, выбранного преподавателем, оценивается в 15 баллов.

**Пример. Разбор задания 1.** Вывести формулу для ковариантных производных расширенного тензорного поля. Горизонтальные ковариантные производные расширенного тензорного поля  $X$  определяются формулой

$$\begin{aligned} \nabla_j X_{j_1 \dots j_\beta}^{i_1 \dots i_\alpha} &= \frac{\partial X_{j_1 \dots j_\beta}^{i_1 \dots i_\alpha}}{\partial x^j} + \sum_{m=1}^{\alpha} \sum_{v_m=1}^n \Gamma_{j v_m}^{i_m} X_{j_1 \dots v_m \dots j_\beta}^{i_1 \dots v_m \dots i_\alpha} - \\ &- \sum_{R=1}^Q \sum_{\substack{h_1, \dots, h_r \\ k_1, \dots, k_s}}^n \dots \sum_{m=1}^r \sum_{v_m=1}^n \Gamma_{j v_m}^{h_m} T_{k_1 \dots k_s}^{h_1 \dots v_m \dots h_r} [R] \frac{\partial X_{j_1 \dots j_\beta}^{i_1 \dots i_\alpha}}{\partial T_{k_1 \dots k_s}^{h_1 \dots h_r} [R]} - \\ &- \sum_{m=1}^{\beta} \sum_{w_m=1}^n \Gamma_{j j_m}^{w_m} X_{j_1 \dots w_m \dots j_\beta}^{i_1 \dots i_\alpha} + \\ &+ \sum_{R=1}^Q \sum_{\substack{h_1, \dots, h_r \\ k_1, \dots, k_s}}^n \dots \sum_{m=1}^s \sum_{w_m=1}^n \Gamma_{j k_m}^{w_m} T_{k_1 \dots w_m \dots k_s}^{h_1 \dots h_r} [R] \frac{\partial X_{j_1 \dots j_\beta}^{i_1 \dots i_\alpha}}{\partial T_{k_1 \dots k_s}^{h_1 \dots h_r} [R]}. \end{aligned}$$

Знание данной формулы и сделанных в ней обозначений оценивается в 5 баллов, умение вывести формулу оценивается из базовых идей, лежащих в её основе — в 10 баллов, знание дополнительно формул для вертикальных ковариантных производных и их предназначения оценивается в 15 баллов.

### **Текущий контроль.**

Баллы за текущий контроль являются накопительными. Текущий контроль во время лекций предполагает устную оценку усвоения теоретического материала во время лекций, наличие конспекта — 1 балл, умение комментировать конспект — 2 балла, понимание взаимосвязей с материалом предыдущих лекций — 2 балла, в сумме 5 баллов максимум за одно занятие. Текущий контроль во время семинарских занятий предполагает оценку понимания заданий для рубежного контроля (см. пример выше), которые разбираются на семинарских занятиях, наличие записей по самостоятельной работе над заданием — 1 балл, умение задать вопрос преподавателю по материалу задания — 2 балла, понимание ответа преподавателя и умение осознать и исправить собственные ошибки, если они были, — 2 балла, в сумме 5 баллов максимум за одно занятие. Баллы, полученные студентом в течение семестра, суммируются. За текущий контроль студент может получить 40 баллов, по 20 баллов за каждый модуль.

### **Курсовая работа.**

Темы курсовой работы приведены в приложении 5. Курсовая работа оценивается отдельно по пятибалльной шкале и оценка за курсовую работу в оценку по дисциплине не включается.

### **4.3. Рейтинг-план дисциплины.**

Рейтинг-план дисциплины представлен в приложении 2.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Sharipov R.A., Tensor functions of tensors and the concept of extended tensor fields, Cournell University Library, 2005, [arXiv:math/0503332](https://arxiv.org/abs/math/0503332).

2. Sharipov R.A., Spinor functions of spinors and the concept of extended spinor fields, Cournell University Library, 2005, [arXiv:math/0511350](https://arxiv.org/abs/math/0511350).
3. Sharipov R.A., Commutation relationships and curvature spin-tensors for extended spinor connections , Cournell University Library, 2005,[arXiv:math/0512396](https://arxiv.org/abs/math/0512396).
4. Sharipov R.A., A note on Dirac spinors in a non-flat space-time of general relativity , Cournell University Library, 2006, [arXiv:math/0601262](https://arxiv.org/abs/math/0601262).
5. Sharipov R.A., A note on metric connections for chiral and Dirac spinors, Cournell University Library, 2006, [arXiv:math/0602359](https://arxiv.org/abs/math/0602359).
6. Sharipov R.A., The electro-weak and color bundles for the Standard Model in a gravitation field, Cournell University Library, 2006, [arXiv:math/0603611](https://arxiv.org/abs/math/0603611).
7. Sharipov R.A., A note on connections of the Standard Model in a gravitation field , Cournell University Library, 2006, [arXiv:math/0604145](https://arxiv.org/abs/math/0604145).
8. Sharipov R.A., A note on the Standard Model in a gravitation field , Cournell University Library, 2006, [arXiv:math/0605709](https://arxiv.org/abs/math/0605709).
9. Sharipov R.A., A note on connections of the Standard Model in a gravitation field , Cournell University Library, 2006, [arXiv:math/0604145](https://arxiv.org/abs/math/0604145).

#### **Дополнительная литература:**

10. Sharipov R.A., On the Dirac equation in a gravitation field and the secondary quantization, Cournell University Library, 2006, [arXiv:math/0603367](https://arxiv.org/abs/math/0603367).
11. Sharipov R.A., The electro-weak and color bundles for the Standard Model in a gravitation field, Cournell University Library, 2006, [arXiv:math/0603611](https://arxiv.org/abs/math/0603611).
12. Sharipov R.A., A note on the Standard Model in a gravitation field , Cournell University Library, 2006, [arXiv:math/0605709](https://arxiv.org/abs/math/0605709).
13. Sharipov R.A., The Higgs field can be expressed through the lepton and quark fields, Cournell University Library, 2007, [arXiv:hep-ph/0703001](https://arxiv.org/abs/hep-ph/0703001).
14. Sharipov R.A., Comparison of two formulas for metric connections in the bundle of Dirac spinors , Cournell University Library, 2007, [arXiv:0707.0482](https://arxiv.org/abs/0707.0482).
15. Sharipov R.A., On the spinor structure of the homogeneous and isotropic universe in closed model , Cournell University Library, 2007, [arXiv:0708.1171](https://arxiv.org/abs/0708.1171).
16. Sharipov R.A., On Killing vector fields of a homogeneous and isotropic universe in closed model , Cournell University Library, 2007, [arXiv:0708.2508](https://arxiv.org/abs/0708.2508).
17. Sharipov R.A., On deformations of metrics and their associated spinor structures , Cournell University Library, 2007, [arXiv:0709.1460](https://arxiv.org/abs/0709.1460).
18. Sharipov R.A., A cubic identity for the Infeld-van der Waerden field and its application , Cournell University Library, 2008, [arXiv:0801.0008](https://arxiv.org/abs/0801.0008).
19. Sharipov R.A., A note on Kosmann-Lie derivatives of Weyl spinors , Cournell University Library, 2008, [arXiv:0801.0622](https://arxiv.org/abs/0801.0622).
20. Sharipov R.A., On operator fields in the bundle of Dirac spinors , Cournell University Library, 2008, [arXiv:0802.1491](https://arxiv.org/abs/0802.1491).

**5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»  
и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

21. Физика элементарных частиц, популярное изложение на сайте МИФИ, бесплатный онлайн [ресурс](#).

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Аудитории № 511, 528 (физмат корпус - учебное).	<i>Для проведения занятий лекционного типа</i>	<b>Аудитория № 511</b> Учебная мебель, доска, мультимедиа проектор Mitsubishi EX 320U 3D 2.4кг., экран на штативе DraperDiplomat (1:1) 84/84* 213*213 MW , компьютер в составе: системный блок DEPO 460MD/3-540/T500G/DVD-RW, монитор 20
Аудитории № 511, 528 (физмат корпус - учебное).	<i>Для проведения занятий семинарского типа</i>	
Аудитории № 511, 528 (физмат корпус - учебное).	<i>Для проведения групповых и индивидуальных консультаций</i>	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
Аудитории № 511, 528 (физмат корпус - учебное).	<i>Для текущего контроля и промежуточной аттестации</i>	2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.  <b>Аудитория № 528</b> Учебная мебель, доска настенная меловая
Читальный зал № 2 (физмат корпус - учебное).	<i>Для самостоятельной работы</i>	<b>Читальный зал №2</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.  1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.  2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Тензоры и спиноры и их приложения в естествознании на 7 семестр

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	6/216
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	39,2
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	3,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	151
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25,8

Форма контроля:  
экзамен 7\_семестр

В том числе курсовая работа 7 семестр, контактных часов 2, часов на самостоятельную работу 7 .

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР /СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1</b>								
1.	Тензорные поля, зависящие от других тензорных полей, и понятия расширенного тензорного поля. Дифференцирование расширенных тензорных полей в пространствах со связностью и метрических многообразиях.	2	2	0	16	1	Задание 1 из списка заданий для рубежного контроля	Устная оценка усвоения теоретического материала с выборочным разбором отдельных заданий для рубежного контроля
2.	Эпиморфизмы группы $SU(2)$ в группу $SO(3)$ и группы $SL(2)$ в группу $SO(1,3)$ и связанные с ними спиноры Вейля в размерностях 3 и 4. Расширенные спинорные поля и их дифференцирование в пространствах со связностью и метрических многообразиях.	2	2	0	16	2,3	Задание 2 из списка заданий для рубежного контроля	Устная оценка усвоения теоретического материала с выборочным разбором отдельных заданий для рубежного контроля
3.	Преобразование инверсии в касательном расслоении и связанное с ним расширение Дирака вейлевских спиноров. Вещественная и комплексная метрики в расслоении дираковских спиноров.	2	2	0	16	4	Задание 3 из списка заданий для рубежного контроля	Устная оценка усвоения теоретического материала с выборочным разбором отдельных

								заданий для рубежного контроля
4	Поднятие метрической связности на расслоении дираковских спиноров для пространств общей теории относительности.	2	2	0	16	5	Задание 4 из списка заданий для рубежного контроля	Устная оценка усвоения теоретического материала с выборочным разбором отдельных заданий для рубежного контроля
<b>Модуль 2</b>								
5	Две формулы для компонент метрической связности в расслоении дираковских спиноров и вывод одной формулы из другой.	2	2	0	16	9	Задание 5 из списка заданий для рубежного контроля	Устная оценка усвоения теоретического материала с выборочным разбором отдельных заданий для рубежного контроля
6	Объединение электромагнитного, слабого и сильного взаимодействий в рамках Стандартной Модели элементарных частиц с неквантованным гравитационным полем. Расслоения со структурными группами $U(1)$ , $SU(2)$ , $SU(3)$ связанные со стандартной моделью.	2	2	0	16	6,7,8	Задание 6 из списка заданий для рубежного контроля	Устная оценка усвоения теоретического материала с выборочным разбором отдельных заданий для рубежного контроля
7	Спонтанное нарушения симметрии в электрослабом расслоении, механизм Хиггса и поле Хиггса.	2	2	0	16	8	Задание 7 из списка заданий для рубежного контроля	Устная оценка усвоения теоретического материала с выборочным разбором отдельных

								заданий для рубежного контроля
8	Возникновение $W$ и $Z$ бозонов в рамках Стандартной Модели с нарушенной симметрией в электрослабом расщеплении.	2	2	0	20	8	Задание 8 из списка заданий для рубежного контроля	Устная оценка усвоения теоретического материала с выборочным разбором отдельных заданий для рубежного контроля
9	Кварки, их дробный электрический заряд и матричный характер их масс.	2	2	0	16	8	Задание 9 из списка заданий для рубежного контроля	Устная оценка усвоения теоретического материала с выборочным разбором отдельных заданий для рубежного контроля
	Курсовая работа				7	[1-20]	Курсовая работа представляет собой развернутое письменное изложение одной из тем в приложении 5.	
	<b>Всего часов:</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>151</b>			



## Приложение 2

Рейтинг-план дисциплины Тензоры и спиноры и их приложения в естествознании

Направление подготовки: 01.03.01 Математика

Курс четвертый, семестр седьмой (осенний)

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий в модуле	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Разбор и устная проверка усвоения теоретического материала.			0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Проверка выполнения одного из заданий 1-4 для рубежного контроля по выбору преподавателя	15	1	0	15
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Разбор и устная проверка усвоения теоретического материала.			0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Проверка выполнения одного из заданий 5-9 для рубежного контроля по выбору преподавателя	15	1	0	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
Согласно положению о модульно рейтинговой системе			0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение лекционных занятий			0	-6
Посещение семинарских занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен	15	2	0	30

### Задания для рубежного контроля

1. Вывести формулу для ковариантных производных расширенного тензорного поля.
2. Вывести формулу для ковариантных производных расширенного спинорного поля.
3. Описать механизм составления дираковского спинора из двух вейлевских спиноров и вывести формулу для преобразования составного дираковского спинора под действием пространственной инверсии.
4. Вывести формулу, выражающую компоненты метрической связности в расслоении дираковских спиноров через компоненты этой связности в касательном расслоении.
5. Вывести вторую формулу для компонент метрической связности в расслоении дираковских спиноров из первой формулы.
6. Для расслоений со структурными группами  $U(1)$ ,  $SU(2)$ ,  $SU(3)$  описать соответствующие комплексные метрики в них и указать индексы в волновых функциях лептонов и кварков соответствующие перечисленным расслоениям в зависимости от типов взаимодействий, в которых участвуют эти частицы.
7. Изучить нарушения калибровочных симметрий в расслоениях  $U(1)$ ,  $SU(2)$  по механизму Хиггса и описать роль поля Хиггса в этом механизме.
8. Объяснить возникновение массивных  $W$  и  $Z$  бозонов взамен без массовых переносчиков слабого взаимодействия и объяснить сохранение безмассовости фотонов.
9. Объяснить дробный характер заряда кварков и матричный характер их масс.

Образец экзаменационных билетов

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ВЫСШЕЙ АЛГЕБРЫ И ГЕОМЕТРИИ

экзаменационный билет № номер скрыт  
по дисциплине «Тензоры и спиноры и их приложения  
в естествознании» (20 \_\_ - \_\_ уч. год)

1. Преобразование инверсии в касательном расслоении и связанное с ним расширение Дирака вейлевских спиноров. Вещественная и комплексная метрики в расслоении дираковских спиноров.
2. Кварки, их дробный электрический заряд и матричный характер их масс.

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Шарипов Р. А. /

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Хабибуллин Б. Н. /

### Темы курсовой работы

1. Тензорные поля, зависящие от других тензорных полей, и понятия расширенного тензорного поля. Дифференцирование расширенных тензорных полей в пространствах со связностью и метрических многообразиях.
2. Эпиморфизмы группы  $SU(2)$  в группу  $SO(3)$  и группы  $SL(2)$  в группу  $SO(1,3)$  и связанные с ними спиноры Вейля в размерностях 3 и 4. Расширенные спинорные поля и их дифференцирование в пространствах со связностью и метрических многообразиях.
3. Преобразование инверсии в касательном расслоении и связанное с ним расширение Дирака вейлевских спиноров. Вещественная и комплексная метрики в расслоении дираковских спиноров.
4. Поднятие метрической связности на расслоении дираковских спиноров для пространств общей теории относительности.
5. Две формулы для компонент метрической связности в расслоении дираковских спиноров и вывод одной формулы из другой.
6. Объединение электромагнитного, слабого и сильного взаимодействий в рамках Стандартной Модели элементарных частиц с неквантованным гравитационным полем. Расслоения со структурными группами  $U(1)$ ,  $SU(2)$ ,  $SU(3)$  связанные со стандартной моделью.
7. Спонтанное нарушения симметрии в электрослабом расслоении, механизм Хиггса и поле Хиггса.
8. Возникновение  $W$  и  $Z$  бозонов в рамках Стандартной Модели с нарушенной симметрией в электрослабом расслоении.
9. Кварки, их дробный электрический заряд и матричный характер их масс.