

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Группы Ли и расслоения БЗ.ДВ.4

Направление подготовки: 010100.62 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Шурыгин В.В.

Рецензент(ы):

Сосов Е.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Шурыгин В. В.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 201__ г

Регистрационный No 81722414

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Шурыгин В.В. Кафедра геометрии отделение математики , vadim.shurygin

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Группы Ли и расслоения" являются: ознакомление с основными понятиями и методами теории групп Ли и локально тривиальных расслоений; теоретическая и практическая подготовка в области исследования геометрических структур на многообразиях; овладение современным математическим аппаратом, применяемым в геометрических исследованиях, для дальнейшего использования в приложениях.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.4 Профессиональный" основной образовательной программы 010100.62 Математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина "Группы Ли и расслоения" входит в вариативную часть цикла профессиональных дисциплин. Для ее успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: аналитической геометрии, математического анализа, дифференциальной геометрии и топологии, линейной алгебры, абстрактной алгебры, теории гладких многообразий и римановой геометрии.

Приобретенные знания в результате освоения дисциплины "Группы Ли и расслоения" будут полезны в научно-исследовательской работе.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-11 (общекультурные компетенции)	фундаментальной подготовкой по основам профессиональных знаний и готовностью к использованию их в профессиональной деятельности
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способностью к самокритике и критике
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способностью применять знания на практике
ОК-7 (общекультурные компетенции)	исследовательскими навыками
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-1 (профессиональные компетенции)	определением общих форм, закономерностей и инструментальных средств отдельной предметной области
ПК-10 (профессиональные компетенции)	пониманием корректности постановок задач
ПК-11 (профессиональные компетенции)	самостоятельным построением алгоритма и его анализ

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-12 (профессиональные компетенции)	пониманием того, что фундаментальное знание является основой компьютерных наук
ПК-16 (профессиональные компетенции)	выделением главных смысловых аспектов в доказательствах
ПК-2 (профессиональные компетенции)	умением понять поставленную задачу
ПК-22 (профессиональные компетенции)	владением проблемно-задачной формой представления математических знаний
ПК-27 (профессиональные компетенции)	умением точно представить математические знания в устной форме
ПК-29 (профессиональные компетенции)	возможностью преподавания физико-математических дисциплин и информатики в средней школе и средних специальных образовательных учреждениях на основе полученного фундаментального образования
ПК-3 (профессиональные компетенции)	умением формулировать результат
ПК-4 (профессиональные компетенции)	умением строго доказать утверждение
ПК-5 (профессиональные компетенции)	умением на основе анализа увидеть и корректно сформулировать результат
ПК-6 (профессиональные компетенции)	умением самостоятельно увидеть следствия сформулированного результата
ПК-7 (профессиональные компетенции)	умением грамотно пользоваться языком предметной области
ПК-8 (профессиональные компетенции)	умением ориентироваться в постановках задач
ПК-9 (профессиональные компетенции)	знанием корректных постановок классических задач

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

определения и свойства основных объектов теории групп Ли и локально тривиальных расслоений, формулировки наиболее важных утверждений, методы их доказательств, возможные сферы приложений.

2. должен уметь:

решать задачи вычислительного и теоретического характера в области теории групп Ли и локально тривиальных расслоений, устанавливать взаимосвязи между понятиями, доказывать утверждения.

3. должен владеть:

методами решения различных задач теории групп Ли и расслоенных пространств.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать определения и свойства основных объектов теории групп Ли и локально тривиальных расслоений, формулировки наиболее важных утверждений, методы их доказательств, возможные сферы приложений.
- 2) Уметь решать задачи вычислительного и теоретического характера в области теории групп Ли и локально тривиальных расслоений, устанавливать взаимосвязи между понятиями, доказывать утверждения.
- 3) Владеть методами решения различных задач теории групп Ли и расслоенных пространств.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет и экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Группа Ли.	8	1-2	8	8	0	домашнее задание устный опрос
2.	Тема 2. Алгебра Ли. Алгебра Ли группы Ли.	8	3-4	8	8	0	домашнее задание устный опрос
3.	Тема 3. Однопараметрические подгруппы групп Ли. Присоединенное представление группы Ли.	8	5-6	8	8	0	контрольная работа домашнее задание устный опрос
4.	Тема 4. Локально тривиальные расслоения. Накрытия. Векторные и аффинные расслоения.	8	7-8	8	8	0	домашнее задание устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Главные расслоения. Морфизмы главных расслоений. Ассоциированные расслоения.	8	9-10	8	8	0	домашнее задание устный опрос
6.	Тема 6. Связность в главном расслоении. Связность в присоединенном расслоении.	8	11-12	8	8	0	домашнее задание устный опрос
7.	Тема 7. Расслоения струй. Расслоения реперов высших порядков.	8	13-14	8	8	0	контрольная работа домашнее задание устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	экзамен зачет
	Итого			56	56	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Группа Ли.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Группа Ли. Примеры групп Ли. Конструкция Кэли. Ортогональная группа $O(n)$. Ее свойства. Комплексная линейная группа $GL(n, \mathbb{C})$.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Полная линейная группа $GL(n, \mathbb{R})$. Ее свойства. Специальная линейная группа $SL(n, \mathbb{R})$. Ее свойства. Комплексная линейная группа $GL(n, \mathbb{C})$. Симплектическая группа $Sp(n, \mathbb{R})$. Унитарная группа.

Тема 2. Алгебра Ли. Алгебра Ли группы Ли.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Алгебра Ли. Структурные константы. Левые и правые сдвиги на группе Ли. Алгебра Ли группы Ли. Алгебра Ли группы обратимых элементов ассоциативной алгебры.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Примеры алгебр Ли. Структурные константы. Алгебры Ли групп $GL(n, \mathbb{R})$ и $GL(n, \mathbb{C})$. Алгебра Ли $o(n)$ группы Ли $O(n)$

Тема 3. Однопараметрические подгруппы групп Ли. Присоединенное представление группы Ли.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Однопараметрические подгруппы групп Ли. Левоинвариантные внешние формы на группе Ли. Присоединенное представление группы Ли. Группы Ли Преобразований. Фундаментальные векторные поля.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Левоинвариантные внешние формы на группе Ли. Уравнения Маурера-Картана. Примеры групп Ли преобразований. Фундаментальные векторные поля.

Тема 4. Локально тривиальные расслоения. Накрытия. Векторные и аффинные расслоения.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Локально тривиальные расслоения. Функции склейки. Морфизмы локально тривиальных расслоений. Расслоенное произведение. Накрытия. Сечения расслоения. Расслоение с фундаментальной группой. Векторные и аффинные расслоения.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Обратный образ расслоения. Сечения расслоения. Расслоение с фундаментальной группой. Примеры расслоений. Расслоения Хопфа. Касательное расслоение дифференцируемого многообразия.

Тема 5. Главные расслоения. Морфизмы главных расслоений. Ассоциированные расслоения.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Главные расслоения. Функции склейки главного расслоения. Расслоение линейных реперов дифференцируемого многообразия. Морфизмы главных расслоений. Ассоциированные расслоения. Тензорные расслоения.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Главные расслоения. . Расслоение ортонормированных реперов риманова многообразия. Касательное расслоение как расслоение, ассоциированное с расслоением линейных реперов. Тензорные расслоения.

Тема 6. Связность в главном расслоении. Связность в присоединенном расслоении.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Связность в главном расслоении. Фундаментальные векторные поля. Параллельное перенесение. Гомоморфизмы связностей. Связность в присоединенном расслоении. Форма кривизны.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Существование связности в главном расслоении. Параллельное перенесение. Группа голономии. Связность в присоединенном расслоении. Структурное уравнение связности.

Тема 7. Расслоения струй. Расслоения реперов высших порядков.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Расслоения струй. Дифференциальные группы высших порядков. Расслоения реперов высших порядков.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Расслоения дифференциально-геометрических объектов. Расслоение объекта линейной связности как присоединенное к расслоению реперов второго порядка.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Группа Ли.	8	1-2	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Алгебра Ли. Алгебра Ли группы Ли.	8	3-4	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Однопараметрические подгруппы групп Ли. Присоединенное представление группы Ли.	8	5-6	подготовка домашнего задания	5	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Локально тривиальные расслоения. Накрытия. Векторные и аффинные расслоения.	8	7-8	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
5.	Тема 5. Главные расслоения. Морфизмы главных расслоений. Ассоциированные расслоения.	8	9-10	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Связность в главном расслоении. Связность в присоединенном расслоении.	8	11-12	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
7.	Тема 7. Расслоения струй. Расслоения реперов высших порядков.	8	13-14	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
Итого				68		

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

активные и интерактивные формы проведения занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Группа Ли.

домашнее задание , примерные вопросы:

проверка домашнего задания

устный опрос , примерные вопросы:

опрос теоретического материала, пройденного на лекциях

Тема 2. Алгебра Ли. Алгебра Ли группы Ли.

домашнее задание , примерные вопросы:

проверка домашнего задания

устный опрос , примерные вопросы:

опрос теоретического материала, пройденного на лекциях

Тема 3. Однопараметрические подгруппы групп Ли. Присоединенное представление группы Ли.

домашнее задание , примерные вопросы:

проверка домашнего задания

контрольная работа , примерные вопросы:

пример контрольной работы в формате LaTeX 1. Доказать, что группа SO_0 диффеоморфна $S^1 \times R_+$. 2. Является ли подгруппой в $GL(n, R)$ множество матриц с рациональными определителями? 3. Найти структурные уравнения алгебры $SU(2)$, выбрав подходящий базис. 4. Найти алгебру Ли симплектической группы $SP(m, R)$.

устный опрос , примерные вопросы:

опрос теоретического материала, пройденного на лекциях

Тема 4. Локально тривиальные расслоения. Накрытия. Векторные и аффинные расслоения.

домашнее задание , примерные вопросы:

проверка домашнего задания

устный опрос , примерные вопросы:

опрос теоретического материала, пройденного на лекциях

Тема 5. Главные расслоения. Морфизмы главных расслоений. Ассоциированные расслоения.

домашнее задание , примерные вопросы:

проверка домашнего задания

устный опрос , примерные вопросы:

опрос теоретического материала, пройденного на лекциях

Тема 6. Связность в главном расслоении. Связность в присоединенном расслоении.

домашнее задание , примерные вопросы:

проверка домашнего задания

устный опрос , примерные вопросы:

опрос теоретического материала, пройденного на лекциях

Тема 7. Расслоения струй. Расслоения реперов высших порядков.

домашнее задание , примерные вопросы:

проверка домашнего задания

контрольная работа , примерные вопросы:

пример контрольной работы в формате LaTeX 1. Пусть $\mathbf{S}^1 = \{z \in \mathbf{C}, |z|=1\}$. Является ли набор $(P = \mathbf{S}^1 \times \mathbf{S}^1, M = \mathbf{S}^1, G = \mathbf{S}^1, \pi: \mathbf{S}^1 \times \mathbf{S}^1 \rightarrow \mathbf{S}^1, (z_1, z_2) \mapsto z_1)$ главным расслоением, если действие \mathbf{S}^1 на $\mathbf{S}^1 \times \mathbf{S}^1$ определяется следующим образом: $R_w(z_1, z_2) = (z_1, z_2 w)$, ? 2.

Обратный образ расслоения. Пусть $\rho: E \rightarrow \mathbf{S}^1$ локально тривиальное расслоение над \mathbf{S}^1 со стандартным слоем \mathbf{R}^1 , определяемое атласом $(U_1, \varphi_1), (U_2, \varphi_2)$, где $U_1 = \{z = e^{i\alpha} \in \mathbf{S}^1 \mid \alpha \in (-\frac{3\pi}{4}, \frac{3\pi}{4})\}, U_2 = \{z = e^{i\alpha} \in \mathbf{S}^1 \mid \alpha \in (\frac{\pi}{4}, \frac{7\pi}{4})\}$, с функцией склейки

$$\varphi_{21} = \varphi_2 \circ \varphi_1^{-1} \text{ на } U_1 \cap U_2 = \{z = e^{i\alpha} \in \mathbf{S}^1 \mid \alpha \in (\frac{\pi}{4}, \frac{3\pi}{4})\} = \text{id},$$

$$\varphi_{21} \text{ на } U_1 \cap U_2 = \{z = e^{i\alpha} \in \mathbf{S}^1 \mid \alpha \in (\frac{5\pi}{4}, \frac{7\pi}{4})\} : (z, x) \mapsto (z, -x).$$

Найти обратный образ этого расслоения при отображении $f: \mathbf{S}^1 \rightarrow \mathbf{S}^1, e^{i\alpha} \mapsto e^{2i\alpha}$.

устный опрос , примерные вопросы:

опрос теоретического материала, пройденного на лекциях

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. Литература для самостоятельного изучения имеется в библиотеке и в электронном виде.

Пример билета на зачет.

1. Экспоненциальное отображение.
2. Ортогональная группа $O(n)$ и ее свойства.
3. Найти алгебру Ли аффинной группы $GA(2)$.

Пример билета к экзамену в формате LaTeX

1. Главное расслоение. Связность в главном расслоении.

По горизонтальному распределению связности Γ в расслоении реперов $L(M)$ гладкого многообразия M :

$$dX^i_a + \Gamma^i_{jk} X^k_a dx^j = 0$$

построить горизонтальное распределение на ассоциированном расслоении $T^{(0,2)}M$ тензоров типа $(0,2)$ на M , t^{ij}

2. Пусть $S^1 = \{z \in \mathbb{C}, |z|=1\}$.

Является ли набор

$$(P = S^1 \times S^1, M = S^1, G = S^1, \pi: S^1 \times S^1 \rightarrow S^1, \pi(z_1, z_2) = z_2)$$

главным расслоением, если действие S^1 на $S^1 \times S^1$ определяется следующим образом:

$$R_w(z_1, z_2) = (z_1 w, z_2),$$

3. Обратный образ расслоения.

Пусть $p: E \rightarrow S^1$ локально тривиальное расслоение над S^1 со стандартным слоем R^1 , определяемое атласом $(U_1, \varphi_1), (U_2, \varphi_2)$,

где

$$U_1 = \{z = e^{i\alpha} \in S^1 \mid \alpha \in (-\frac{3\pi}{4}, \frac{3\pi}{4})\},$$

$$U_2 = \{z = e^{i\alpha} \in S^1 \mid \alpha \in (\frac{\pi}{4}, \frac{7\pi}{4})\},$$

с функцией склейки $\varphi_{21} = \varphi_2 \circ \varphi_1^{-1}$, имеющей вид

$$\begin{aligned} \varphi_{21} \left(\left\{ z = e^{i\alpha}, \alpha \in \left(\frac{\pi}{4}, \frac{3\pi}{4} \right) \right\} \right) &= id, \\ \varphi_{21} \left(\left\{ z = e^{i\alpha}, \alpha \in \right. \right. \end{aligned}$$

$(\frac{5\pi}{4}, \frac{7\pi}{4}) \setminus (z, x) \mapsto (z, -x)$.

\end{center}

Найти обратный образ этого расслоения при отображении

$f: \mathbf{S}^1 \ni e^{i\alpha} \rightarrow e^{3i\alpha} \in \mathbf{S}^1$.

\par

\noindent

4. Векторное расслоение. Пример: $TM \oplus TM$.

7.1. Основная литература:

Курс дифференциальной геометрии и топологии, Мищенко, Александр Сергеевич; Фоменко, Анатолий Тимофеевич, 2010г.

Функциональный анализ, Луговая, Галина Дмитриевна; Шерстнев, Анатолий Николаевич, 2008г.

Проективная геометрия и проективные метрики, Буземан, Герберт; Келли, Пол Дж., 2010г.

4. Фоменко А.Т. Курс дифференциальной геометрии и топологии. 3 изд., 2010, 512 с.

//http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=617

7.2. Дополнительная литература:

Краткий курс дифференциальной геометрии и топологии, Мищенко, Александр Сергеевич; Фоменко, Анатолий Тимофеевич, 2004г.

1. Уорнер Ф. Основы теории гладких многообразий и групп Ли. М. Мир. 1987. 302 с.

2. Стернберг С. Лекции по дифференциальной геометрии. М. Мир. 1970. 412 с.

3. Мищенко А.С. Векторные расслоения. М. Наука. 1984. 207 с.

4. Кобаяси К., Номидзу К. Основания дифференциальной геометрии.

Т. I. М. Наука. 1981. 344 с.

5. Кобаяси К. Номидзу К. Основания дифференциальной геометрии.

Т. II. М. Наука. 1981. 414 с.

6. Постников М.М. Дифференциальная геометрия. (Лекции по геометрии. Семестр IV) М. Наука. 1988. 496 с.

7. Kolar I., Michor P., Slovák J. Natural operations in differential geometry. Springer. 1993.

7.3. Интернет-ресурсы:

Introduction to Lie Groups and Lie Algebras -

<http://www.math.sunysb.edu/~kirillov/mat552/liegroups.pdf>

Lie Groups - <http://www.math.upenn.edu/~wziller/math650/LieGroupsReps.pdf>

Natural operations in differential geometry - <http://www.emis.de/monographs/KSM/>

Дифференциальная геометрия и векторные расслоения - <http://verbit.ru/MATH/BUNDLES-2013/>

Курс дифференциальной геометрии и топологии -

http://lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=43&pl1_id=605

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Группы Ли и расслоения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010100.62 "Математика" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Шурыгин В.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Сосов Е.Н. _____

"__" _____ 201__ г.