работе в условиях самообразования, создание условий (информационно-коммуникационная образовательная среда) для организации самостоятельной работы в процессе повышения квалификации.

Список литературы

1. Вербицкий А.А. Новая образовательная парадигма и контекстное обучение: Монография. — М., 1999.
2. Гершунский Б.С. Педагогические аспекты непрерывного образования // Вестник высшей школы. — 1987. — № 8.
3. Кравцова А.Ю. Совершенствование системы подготовки будущих учителей в области информационных и коммуникационных технологий в условиях модернизации образования (на материале зарубежных исследований): Дисс. ... д-ра пед. наук. — М., 2004.
4. Занкова, Е. Ю. Формирование информационной культуры современного преподавателя высшей школы [Текст] / Е. Ю. Занкова, Е. В. Ящук

УДК 514.76

СТРУКТУРЫ НА ТРЕХМЕРНЫХ ГРУППАХ ЛИ

Н.П. Можей
БГУИР

Группы Ли – наиболее известная категория однородных пространств, интересующая математиков и физиков, однородное многообразие определяется действием его группы преобразований (см., например, [1]). Исследованию многообразий Эйнштейна, локально-симметрических, Риччи-параллельных и конформно-плоских многообразий посвящены работы М.А. Акивиса, В.В. Гольдберга, Н. Кюйпера, Д.В. Алексеевского, Б.Н. Кимельфельда, Е.Д. Родионова, В.В. Славского и др., для некоторых классов пространств получен результат, но задача описания многообразий каждого типа не решена в полном объеме (подробнее см. обзор [2]).

Пусть M – дифференцируемое многообразие, на котором транзитивно действует группа Ли $\overline{G}$, $G = \overline{G}_x$ – стабилизатор произвольной точки $x \in M$. Пусть $\overline{\mathfrak{g}}$ – алгебра Ли группы $\overline{G}$, а $\mathfrak{g}$ – подалгебра, соответствующая подгруппе G. В дальнейшем будем предполагать, что подалгебра $\mathfrak{g} = \{0\}$, т. е. рассматривать трехмерные алгебры Ли и соответствующие им группы. *Псевдориманово однородное пространство* задается тройкой $(\overline{G}, M, \mathbf{g})$, где $\mathbf{g}$ – инвариантная псевдориманова метрика на M. Инвариантные псевдоримановы метрики $\mathbf{g}$ находятся во взаимно-однозначном соответствии с инвариантными симметрическими невырожденными билинейными формами B на $\overline{\mathfrak{g}}$. Каждое пространство $(\overline{G}, M, \mathbf{g})$ рассматриваемого вида описывается парой $(\overline{\mathfrak{g}}, B)$ [3], которую будем называть *локально псевдоримановым однородным пространством*. Все параметры, по умолчанию, принадлежат R.

Теорема 1. Пусть пара $(\bar{\mathfrak{g}}, B)$ описывает локально псевдориманово однородное пространство, т.ч. $\dim\bar{\mathfrak{g}} = 3$ и $\bar{\mathfrak{g}}$ разрешима. Она эквивалентна одной из следующих пар:

Алгебра Ли $\bar{\mathfrak{g}}$	Билинейная форма B
$\begin{array}{c\|ccc} 1. & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline u_1 & 0 & 0 & 0 \\ u_2 & 0 & 0 & 0 \\ u_3 & 0 & 0 & 0 \end{array}$	1.1. $B = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 & 0 & 0 \\ 0 & \varepsilon_1 & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_2 \end{pmatrix}, \varepsilon_1, \varepsilon_2 = \pm 1$
$\begin{array}{c\|ccc} 2. & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline u_1 & 0 & 0 & 0 \\ u_2 & 0 & 0 & u_1 \\ u_3 & 0 & -u_1 & 0 \end{array}$	2.1. $B = \begin{pmatrix} a & 0 & 0 \\ 0 & \varepsilon_1 & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_2 \end{pmatrix}, \varepsilon_1, \varepsilon_2 = \pm 1, \varepsilon_1 \leq \varepsilon_2, a \neq 0$
	2.2. $B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & \varepsilon & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \varepsilon = \pm 1$
$\begin{array}{c\|ccc} 3. & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline u_1 & 0 & 0 & u_1 \\ u_2 & 0 & 0 & \alpha u_2 \\ u_3 & -u_1 & -\alpha u_2 & 0 \end{array}$ $\|\alpha\| \leq 1$	3.1 $(\alpha \neq 1)$. $B = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 & b & 0 \\ b & \varepsilon_2 & 0 \\ 0 & 0 & a \end{pmatrix}$,
	a) $\varepsilon_1 = \pm 1$, $\varepsilon_2 = \pm 1$, $b \geq 0$, $a \neq 0$, $b^2 \neq \varepsilon_1 \varepsilon_2$,
	b) $\varepsilon_1 = 0$, $\varepsilon_2 = \pm 1, 0$, $b = 1$, $a \neq 0$,
	c) $\varepsilon_1 = \pm 1$, $\varepsilon_2 = 0$, $b = 1$, $a \neq 0$
	3.2 $(\alpha \neq 1)$. $B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & \varepsilon & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \varepsilon = \pm 1$
	3.3 $(\alpha \neq 1)$. $B = \begin{pmatrix} \varepsilon & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \varepsilon = \pm 1$
	3.4 $(\alpha \neq 1)$. $B = \begin{pmatrix} a & 1 & 0 \\ 1 & 1/a & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, a \neq 0$
	3.5 $(\alpha = 1)$.

	$B=\begin{pmatrix}\varepsilon_1 & 0 & 0\\ 0 & \varepsilon_2 & 0\\ 0 & 0 & a\end{pmatrix}$ $\begin{array}{l}\varepsilon_1,\varepsilon_2=\pm1,\\ \varepsilon_1\le\varepsilon_2,\\ a\ne 0\end{array}$
	3.6 ($\alpha=1$). $B=\begin{pmatrix}0 & 0 & 1\\ 0 & \varepsilon & 0\\ 1 & 0 & 0\end{pmatrix},\varepsilon=\pm1$
4. $\begin{array}{c\|ccc} & u_1 & u_2 & u_3\\ \hline u_1 & 0 & 0 & \alpha u_1+u_2\\ u_2 & 0 & 0 & -u_1+\alpha u_2\\ u_3 & -\alpha u_1-u_2 & u_1-\alpha u_2 & 0\end{array}$ $\alpha\ge 0$	4.1. $B=\begin{pmatrix}\varepsilon & 0 & 0\\ 0 & a & 0\\ 0 & 0 & b\end{pmatrix},\varepsilon=\pm1,\varepsilon\le a,ab\ne 0$
	4.2. $B=\begin{pmatrix}0 & 0 & 1\\ 0 & b & 0\\ 1 & 0 & 0\end{pmatrix},b\ne 0$
5. $\begin{array}{c\|ccc} & u_1 & u_2 & u_3\\ \hline u_1 & 0 & 0 & u_1\\ u_2 & 0 & 0 & u_1+u_2\\ u_3 & -u_1 & -u_1-u_2 & 0\end{array}$	5.1. $B=\begin{pmatrix}0 & 0 & 1\\ 0 & b & 0\\ 1 & 0 & 0\end{pmatrix},b\ne 0$
	5.2. $B=\begin{pmatrix}b & 0 & 0\\ 0 & 0 & 1\\ 0 & 1 & 0\end{pmatrix},b\ne 0$
	5.3. $B=\begin{pmatrix}0 & \varepsilon & 0\\ \varepsilon & 0 & 0\\ 0 & 0 & b\end{pmatrix},\varepsilon=\pm1,b\ne 0$
	5.4. $B=\begin{pmatrix}\varepsilon & 0 & 0\\ 0 & a & 0\\ 0 & 0 & b\end{pmatrix},\varepsilon=\pm1,ab\ne 0$

Основываясь на полученной классификации, изучаем геометрию каждого класса псевдоримановых пространств. Геометрия различных классов связана с *тензором кривизны* Римана

$$R(X,Y)Z=[\Lambda(X),\Lambda(Y)]Z-\Lambda([X,Y])Z,$$

где X,Y,Z – произвольные касательные вектора на многообразии, и *связностью Леви-Чевита*, удовлетворяющей формуле

$$2\mathbf{g}(\Lambda(X)Y,Z)=\mathbf{g}(X,[Z,Y])+\mathbf{g}(Y,[Z,X])+\mathbf{g}(Z,[X,Y]).$$

Тензор Риччи определяется через тензор кривизны следующим образом: $Ric(X,Y)=Tr\{Z\to R(Z,X)Y\}$. Многообразие $(M,\mathbf{g})$ называется *Риччи-плоским*, если тензор Риччи тождественно равен нулю. Более общее условие – многообразие является *Эйнштейновым*, если $Ric=\lambda\mathbf{g}$ для некоторой константы λ. Условие *Риччи-параллельности* – ковариантная производная тензора Риччи равна нулю. Если ковариантная производная тензора кривизны равна нулю, то многообразие называется *локально симметрическим*. *Конформно-плоские* многообразия – псевдоримановы многообразия, окрестность каждой точки которых может быть конформно отображена на область евклидова пространства. В размерности три равенство нулю тензора Коттона (тензора Схоутена–Вейля)

$$C(X,Y,Z)=\nabla_Z Ric(X,Y)-\nabla_Y Ric(X,Z)+\frac{1}{2(n-1)}\left(\nabla_Y R\mathbf{g}(X,Z)-\nabla_Z R\mathbf{g}(X,Y)\right),$$

где $X,Y,Z\in\overline{\mathfrak{g}}$, является необходимым и достаточным условием того, что многообразие является *конформно плоским* [4].

Теорема 2. Пусть $(\overline{\mathfrak{g}},B)$ – одно из локально псевдоримановых однородных пространств, приведенных в теореме 1. Риччи-плоские, Эйнштейновы, Риччи-параллельные, локально-симметрические и конформно-плоские пространства выписаны в следующей таблице:

Пространство	Риччи-плоское	Эйнштейново	Локально-симметрическое	Риччи-параллельное	Конформно-плоское
1.1.	да	да	да	да	да
2.1.	нет	нет	нет	нет	нет
2.2.	да	да	да	да	да
3.1.	при $\alpha=-1$, $\varepsilon_1=0,\varepsilon_2=0$	при $\alpha=0,\varepsilon_1=0$ или $\varepsilon_1=0,\varepsilon_2=0$	при $\alpha=0$ ($\varepsilon_1=0$ или $b=0$) или $\varepsilon_1=0,\varepsilon_2=0$	при $\varepsilon_1=0,\varepsilon_2=0$ или $\alpha=0$ ($\varepsilon_1=0$ или $b=0$)	$\varepsilon_1=0,\varepsilon_2=0$ или $\alpha=0,\varepsilon_1=0$, или $\alpha=0,b=0$, или $\alpha=3,\varepsilon_2=0$, или $\alpha=1/3,\varepsilon_1=0$
3.2.	при $\alpha=0$	при $\alpha=0$	при $\alpha=0$	при $\alpha=0$	да
3.3.	нет	нет	при $\alpha=0$	при $\alpha=0$	да
3.4.	нет	нет	нет	нет	нет
3.5.	нет	да	да	да	да
3.6.	да	да	да	да	да
4.1.	при $\alpha=0,a=\varepsilon$	при $a=\varepsilon$	при $a=\varepsilon$	при $a=\varepsilon$	при $a=\varepsilon$
4.2.	нет	нет	нет	нет	нет
5.1.	да	да	да	да	да
5.2.	нет	нет	нет	нет	нет
5.3.	нет	нет	нет	нет	нет
5.4.	нет	нет	нет	нет	нет

Таким образом, для трехмерных групп Ли с инвариантной псевдоримановой метрикой определено, при каких условиях соответствующее пространство является Риччи-плоским, Эйнштейновым, Риччи-параллельным, локально-симметрическим или конформно-плоским.

Список литературы

1. O'Neill B. Semi–Riemannian Geometry. New York: Academic Press, 1983. 483 p.
2. Никоноров Ю. Г. , Родионов Е. Д., Славский В. В. Геометрия однородных римановых многообразий // Современная математика и ее приложения. 2006, Т. 37, С. 1–78.
3. Можей Н. П. Аффинные связности на трехмерных псевдоримановых однородных пространствах. I // Известия высших учебных заведений. Математика. Казань, 2013, № 12, С. 51–69.
4. Garcia A., Hehl F. W., Heinicke C., Macias A. The Cotton tensor in Riemannian spacetimes // Classical and Quantum Gravity. 2004, Vol. 21, № 4, P. 1099–1118.

УДК 004 : 37

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

И.М. Мочалов
Филиал КузГТУ в г. Белово

Отбор средств представления информации как для учебных материалов, так и в качестве механизма для системы сопровождения является важным этапом в общем проектировании структуры открытого обучения. Применяемые средства являются очень реальной частью структуры для обучаемых и лиц, обеспечивающих сопровождение, и непосредственно воздействуют на использование и опыт структуры. Проблема некоторых структур открытого обучения заключается в том, что для удовлетворения конкретной потребности существует тенденция к выдвижению на передний план технологий передачи информации, нежели соответствующих средств представления информации.

При планировании системы открытого обучения приоритетным должно быть максимально точное определение потребностей в обучении, а также целей и содержания, необходимых для удовлетворения таковых. Только после принятия решений по сущности содержания возможно отобрать из многообразия средств представления информации необходимые для обучения. Выбор средств в открытом обучении всегда является вторым по приоритетности после определения потребностей и содержания.

Цели обучения должны определять технологии передачи информации, а не наоборот. Во многих случаях для достижения оптимальных результатов содержание требует применения более одного средства представления