УДК 514.75

К. В. Башашина[1]
[1] _Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия_
baschaschina@mail.ru

Фундаментально-групповые связности и композиционное оснащение семейства гиперцентрированных плоскостей в проективном пространстве

Исследуется произвольное семейство гиперцентрированных плоскостей в проективном пространстве. Доказывается, что объект кривизны фундаментально-групповой связности в главном расслоении, ассоциированном с данным семейством, является тензором. Произведено композиционное оснащение исследуемого семейства путем присоединения к каждой гиперцентрированной плоскости точки, лежащей в данной плоскости, но не принадлежащей ее гиперцентру, и $(n{-}m{-}1)$-мерной плоскости, не имеющей общих точек с гиперцентрированной плоскостью. Введен тензор подвижности, обращение в нуль его компонент геометрически характеризуется соответствующими специальными смещениями оснащающих объектов.

Ключевые слова: гиперцентрированная плоскость, композиционное оснащение, проективное пространство, тензор кривизны фундаментально-групповой связности.

1. Главное расслоение, ассоциированное с семейством гиперцентрированных плоскостей. Отнесем n-мерное проективное пространство P_n к подвижному реперу $\{A, A_I\}$, $I, J, ... = \overline{1, n}$, инфинитезимальные перемещения которого определяются деривационными формулами

Поступила в редакцию 30.05.2018 г.

$$dA = \theta A + \omega^I A_I\,,\ dA_I = \theta A_I + \omega_I^J A_J + \omega_I A\,,$$

где форма θ играет роль множителя пропорциональности, а структурные формы ω^I, ω_J^I, ω_I проективной группы $GP(n)$ удовлетворяют уравнениям Картана (см., напр., [1])

$$\begin{aligned} &d\omega^I = \omega^J \wedge \omega_J^I, \quad d\omega_I = \omega_I^J \wedge \omega_J,\\ &d\omega_J^I = \omega_J^K \wedge \omega_K^I + \delta_J^I \omega_K \wedge \omega^K + \omega_J \wedge \omega^I. \end{aligned} \tag{1}$$

В пространстве P_n рассмотрим семейство B_r гиперцентрированных плоскостей P_m^{m-1}, то есть m-мерных плоскостей P_m с выделенными в них гиперплоскостями L_{m-1} $\left(1 \le m < n,\ 1 \le r < m(n-m)+n\right)$ [2].

Произведем специализацию подвижного репера $\left\{A, A_a, A_\alpha\right\}$, помещая вершины A_a в гиперплоскость L_{m-1}, вершину A — на плоскость P_m. Система уравнений семейства B_r гиперцентрированных плоскостей P_m^{m-1} в параметрической форме имеет вид (ср. [3]):

$$\omega^\alpha = \Lambda_i^\alpha \theta^i\,,\ \omega_a^\alpha = \Lambda_{ai}^\alpha \theta^i\,,\ \omega_a = \Lambda_{ai} \theta^i\,; \tag{2}$$

$$a,\ b,\ldots = \overline{1,\ m},\quad \alpha,\ \beta,\ldots = \overline{m+1,\ n},\quad i,\ j,\ldots = \overline{n+1,\ n+r}\,,$$

где базисные формы θ^i, заданные в некоторой области r-мерного пространства параметров V_r, удовлетворяют структурным уравнениям:

$$d\theta^i = \theta^j \wedge \theta_j^i\,, \tag{3}$$

$$d\theta_j^i = \theta_j^k \wedge \theta_k^i + \theta^k \wedge \theta_{jk}^i\,, \tag{4}$$

При этом $\theta_{[jk]}^i \equiv 0$, где символ $\equiv$ означает сравнение по модулю базисных форм θ^i.

Совокупность функций $\Lambda = \left\{\Lambda_i^\alpha, \Lambda_{ai}^\alpha, \Lambda_{ai}\right\}$ образует фундаментальный объект 1-го порядка семейства B_r, причем

$$\Delta\Lambda_i^\alpha - \Lambda_{ai}^\alpha\omega^a = \Lambda_{ij}^\alpha\theta^j, \quad \Delta\Lambda_{ai}^\alpha = \Lambda_{aij}^\alpha\theta^j, \quad \Delta\Lambda_{ai} + \Lambda_{ai}^\alpha\omega_\alpha = \Lambda_{aij}\theta^j, \quad (5)$$

где Δ — дифференциальный оператор, действующий по закону

$$\Delta\Lambda_{ai}^\alpha = d\Lambda_{ai}^\alpha - \Lambda_{bi}^\alpha\omega_a^\alpha - \Lambda_{aj}^\alpha\theta_i^j + \Lambda_{ai}^\beta\omega_\beta^\alpha.$$

Утверждение 1. *Фундаментальный объект 1-го порядка является тензором, содержащим три подтензора:* Λ_{ai}^α, $\left\{\Lambda_i^\alpha, \Lambda_{ai}^\alpha\right\}$, $\left\{\Lambda_{ai}, \Lambda_{ai}^\alpha\right\}$.

С семейством B_r ассоциируется главное расслоение $G_s(B_r)$ со структурными (3) и следующими уравнениями

$$\begin{aligned} &d\omega^a = \omega^b \wedge \omega_b^a + \theta^i \wedge \omega_i^a, \quad d\omega_b^a = \omega_b^c \wedge \omega_c^a + \theta^i \wedge \omega_{bi}^a, \\ &d\omega_\beta^\alpha = \omega_\beta^\gamma \wedge \omega_\gamma^\alpha + \theta^i \wedge \omega_{\beta i}^\alpha, \quad d\omega_\alpha = \omega_\alpha^\beta \wedge \omega_\beta + \theta^i \wedge \omega_{\alpha i}, \\ &d\omega_\alpha^a = \omega_\alpha^b \wedge \omega_b^a + \omega_\alpha^\beta \wedge \omega_\beta^a + \omega_\alpha \wedge \omega^a, \end{aligned} \quad (6)$$

где

$$\begin{aligned} &\omega_{bi}^a = \Lambda_{bi}^\alpha\omega_\alpha^a + \Lambda_{bi}\omega^a + \delta_b^a\left(\Lambda_{ci}\omega^c - \Lambda_i^\alpha\omega_\alpha\right), \quad \omega_i^a = \Lambda_i^\alpha\omega_\alpha^a, \\ &\omega_{\beta i}^\alpha = -\Lambda_{ai}^\alpha\omega_\beta^a - \Lambda_i^\alpha\omega_\beta + \delta_\beta^\alpha\left(\Lambda_{ai}\omega^a - \Lambda_i^\gamma\omega_\gamma\right), \quad \omega_{\alpha i} = -\Lambda_{ai}\omega_\alpha^a. \end{aligned} \quad (7)$$

Базой главного расслоения $G_s(B_r)$ является r-мерное пространство параметров V_r, типовым слоем — s-членная подгруппа стационарности G_s плоскости P_m^{m-1} $\left(s = n^2 - mn + m^2 + n\right)$. Ассоциированное расслоение содержит 4 фактор-расслоения [2]: расслоение плоскостных линейных реперов $L_{m^2}(V_r)$, расслоение аффинных реперов $A_{m(m+1)}(V_r)$, расслоение нормальных линейных реперов $L_{(n-m)^2}(V_r)$ и расслоение центропроективных реперов $C_{(n-m)(n-m+1)}(V_r)$.

Используя (3—6), представим внешние дифференциалы форм $\omega_i^a, \omega_{bi}^a, \omega_{\beta i}^\alpha, \omega_{\alpha i}$ следующим образом (ср. [4]):

$$
\begin{aligned}
d\omega_{bi}^a &= \omega_{bi}^c \wedge \omega_c^a + \omega_b^c \wedge \omega_{ci}^a + \theta_i^j \wedge \omega_{bj}^a + \theta^j \wedge \omega_{bij}^a, \\
d\omega_{\beta i}^\alpha &= \omega_{\beta i}^\gamma \wedge \omega_\gamma^\alpha + \omega_\beta^\gamma \wedge \omega_{\gamma i}^\alpha + \theta_i^j \wedge \omega_{\beta j}^\alpha + \theta^j \wedge \omega_{\beta ij}^\alpha, \\
d\omega_i^a &= \omega_i^b \wedge \omega_b^a + \omega^b \wedge \omega_{bi}^a + \theta_i^j \wedge \omega_j^a + \theta^j \wedge \omega_{ij}^a, \\
d\omega_{\alpha i} &= \omega_\alpha^\beta \wedge \omega_{\beta i} + \omega_{\alpha i}^\beta \wedge \omega_\beta + \theta_i^j \wedge \omega_{\alpha j} + \theta^j \wedge \omega_{\alpha ij},
\end{aligned} \tag{8}
$$

где

$$
\begin{aligned}
&\omega_{bij}^a = \Lambda_{bij}^\alpha \omega_\alpha^a + \Lambda_{bi}\omega_j^a + \delta_b^a\left(\Lambda_{cij}\omega^c - \Lambda_{ij}^\alpha\omega_\alpha - \Lambda_i^\alpha\omega_{\alpha j}\right), \\
&\omega_{\beta ij}^\alpha = -\Lambda_{aij}^\alpha\omega_\beta^a - \Lambda_{ij}^\alpha\omega_\beta - \Lambda_i^\alpha\omega_{\beta j} + \\
&\quad +\delta_\beta^\alpha\left(\Lambda_{aij}\omega^a + \Lambda_{ai}\omega_j^a - \Lambda_{ij}^\gamma\omega_\gamma - \Lambda_i^\gamma\omega_{\gamma j}\right), \\
&\omega_{ij}^a = \Lambda_{ij}^\alpha\omega_\alpha^a, \quad \omega_{\alpha ij} = -\Lambda_{aij}\omega_\alpha^a.
\end{aligned}
$$

Утверждение 2. *Формулы (3, 4, 6, 8) являются структурными уравнениями продолженного главного расслоения $G^2(B_r)$, ассоциированного с семейством B_r.*

2. Ассоциированные связности на семействе $\mathbf{B_r}$. Фундаментально-групповую связность в ассоциированном расслоении $G_s(B_r)$ зададим способом Лаптева — Лумисте [5] с помощью новых слоевых форм:

$$
\begin{aligned}
&\widetilde{\omega}^a = \omega^a - \Gamma_i^a\theta^i, \; \widetilde{\omega}_b^a = \omega_b^a - \Gamma_{bi}^a\theta^i, \\
&\widetilde{\omega}_\beta^\alpha = \omega_\beta^\alpha - \Gamma_{\beta i}^\alpha\theta^i, \; \widetilde{\omega}_\alpha^a = \omega_\alpha^a - \Gamma_{\alpha i}^a\theta^i, \; \widetilde{\omega}_\alpha = \omega_\alpha - \Gamma_{\alpha i}\theta^i,
\end{aligned} \tag{9}
$$

причем компоненты объекта фундаментально-групповой связности $\varGamma = \left\{\varGamma_i^a, \varGamma_{bi}^a, \varGamma_{\beta i}^\alpha, \varGamma_{\alpha i}^a, \varGamma_{\alpha i}\right\}$ удовлетворяют дифференциальным уравнениям, полученным с использованием теоремы Картана — Лаптева [5]:

$$\Delta\Gamma_i^a - \Gamma_{bi}^a\omega^b + \omega_i^a = \Gamma_{ij}^a\theta^j, \quad \Delta\Gamma_{bi}^a + \omega_{bi}^a = \Gamma_{bij}^a\theta^j,$$
$$\Delta\Gamma_{\beta i}^\alpha + \omega_{\beta i}^\alpha = \Gamma_{\beta ij}^\alpha\theta^j, \ \Delta\Gamma_{\alpha i} + \Gamma_{\alpha i}^\beta\omega_\beta + \omega_{\alpha i} = \Gamma_{\alpha ij}\theta^j, \qquad (10)$$
$$\Delta\Gamma_{\alpha i}^a - \Gamma_{bi}^a\omega_\alpha^b + \Gamma_{\alpha i}^\beta\omega_\beta^a - \Gamma_i^a\omega_\alpha + \Gamma_{\alpha i}\omega^a = \Gamma_{\alpha ij}^a\theta^j.$$

Объект $\mathit{\Gamma}$ содержит 4 подобъекта: 1) $\mathit{\Gamma}_{bi}^a$ — объект плоскостной линейной связности; 2) $\mathit{\Gamma}_{\beta i}^\alpha$ — объект нормальной линейной связности; 3) $\{\mathit{\Gamma}_i^a, \mathit{\Gamma}_{bi}^a\}$ — объект аффинно-групповой связности; 4) $\{\mathit{\Gamma}_{\alpha i}^a, \mathit{\Gamma}_{\alpha i}\}$ — объект центропроективной связности.

С учетом дифференциальных уравнений (10) получим структурные уравнения для форм связности (9):

$$d\tilde{\omega}^a = \tilde{\omega}^b \wedge \tilde{\omega}_b^a + R_{ij}^a\theta^i \wedge \theta^j, \ d\tilde{\omega}_b^a = \tilde{\omega}_b^c \wedge \tilde{\omega}_c^a + R_{bij}^a\theta^i \wedge \theta^j,$$
$$d\tilde{\omega}_\beta^\alpha = \tilde{\omega}_\beta^\gamma \wedge \tilde{\omega}_\gamma^\alpha + R_{\beta ij}^\alpha\theta^i \wedge \theta^j, \ d\tilde{\omega}_\alpha = \tilde{\omega}_\alpha^\beta \wedge \tilde{\omega}_\beta + R_{\alpha ij}\theta^i \wedge \theta^j,$$
$$d\tilde{\omega}_\alpha^a = \tilde{\omega}_\alpha^b \wedge \tilde{\omega}_b^a + \tilde{\omega}_\alpha^\beta \wedge \tilde{\omega}_\beta^a + \tilde{\omega}_\alpha \wedge \tilde{\omega}^a + R_{\alpha ij}^a\theta^i \wedge \theta^j,$$

где компоненты объекта кривизны $R = \{R_{ij}^a, R_{bij}^a, R_{\beta ij}^\alpha, R_{\alpha ij}^a, R_{\alpha ij}\}$ фундаментально-групповой связности имеют вид:

$$R_{ij}^a = \Gamma_{[ij]}^a - \Gamma_{[i}^b\Gamma_{bj]}^a, \ \ R_{bij}^a = \Gamma_{b[ij]}^a - \Gamma_{b[i}^c\Gamma_{cj]}^a,$$
$$R_{\beta ij}^\alpha = \Gamma_{\beta[ij]}^\alpha - \Gamma_{\beta[i}^\gamma\Gamma_{\gamma j]}^\alpha, \ R_{\alpha ij} = \Gamma_{\alpha[ij]} - \Gamma_{\alpha[i}^\beta\Gamma_{\beta j]}, \qquad (11)$$
$$R_{\alpha ij}^a = \Gamma_{\alpha[ij]}^a - \Gamma_{\alpha[i}^b\Gamma_{bj]}^a - \Gamma_{\alpha[i}^\beta\Gamma_{\beta j]}^a - \Gamma_{\alpha[i}\Gamma_{j]}^a,$$

где альтернирование производится по крайним индексам в квадратных скобках.

Продолжая уравнения (10), получим уравнения на продолжения компонент объекта связности $\mathit{\Gamma}$:

$$\begin{aligned}
&\Delta\Gamma^a_{ij} + \Gamma^b_i\omega^a_{bj} - \Gamma^a_k\theta^k_{ij} + \Gamma^a_{bij}\omega^b + \omega^a_{ij} \equiv 0,\\
&\Delta\Gamma^a_{bij} - \Gamma^a_{ci}\omega^c_{bj} - \Gamma^a_{bk}\theta^k_{ij} + \Gamma^c_{bi}\omega^a_{cj} + \omega^a_{bij} \equiv 0,\\
&\Delta\Gamma^\alpha_{\beta ij} - \Gamma^\alpha_{\gamma i}\omega^\gamma_{\beta j} - \Gamma^\alpha_{\beta k}\theta^k_{ij} + \Gamma^\gamma_{\beta i}\omega^\alpha_{\gamma j} + \omega^\alpha_{\beta ij} \equiv 0,\\
&\Delta\Gamma_{\alpha ij} - \Gamma^\beta_{\alpha i}\omega_{\beta j} + \omega_{\alpha ij} \equiv 0,\\
&\Delta\Gamma^a_{\alpha ij} + \Gamma^b_{\alpha i}\omega^a_{bj} - \Gamma^a_{\alpha k}\theta^k_{ij} - \Gamma^a_{bij}\omega^b_\alpha - \Gamma^a_{\beta i}\omega^\beta_{\alpha j} +\\
&+\Gamma^\beta_{\alpha ij}\omega^a_\beta - \Gamma^a_{ij}\omega_\alpha - \Gamma^a_i\omega_{\alpha j} + \Gamma_{\alpha ij}\omega^a + \Gamma_{\alpha i}\omega^a_j \equiv 0.
\end{aligned} \tag{12}$$

Используя формулы (12), найдем дифференциальные сравнения на компоненты объекта кривизны R фундаментально-групповой связности:

$$\Delta R^a_{ij} - R^a_{bij}\omega^b \equiv 0,\ \Delta R^a_{bij} \equiv 0,\ \Delta R^\alpha_{\beta ij} \equiv 0,\ \Delta R_{\alpha ij} - R^\beta_{\alpha ij}\omega_\beta \equiv 0,$$

$$\Delta R^a_{\alpha ij} - R^a_{bij}\omega^b_\alpha - R^a_{ij}\omega_\alpha + R^\beta_{\alpha ij}\omega^a_\beta + R_{\alpha ij}\omega^a \equiv 0.$$

Утверждение 3. *Объект кривизны* $R = \{R^a_{ij}, R^a_{bij}, R^\alpha_{\beta ij}, R^a_{\alpha ij}, R_{\alpha ij}\}$ *фундаментально-групповой связности образует тензор, содержащий четыре подтензора* R^a_{bij}, $R^\alpha_{\beta ij}$, $\{R^a_{ij}, R^a_{bij}\}$, $\{R^a_{\alpha ij}, R_{\alpha ij}\}$.

3. Композиционное оснащение. Под композиционным оснащением будем понимать присоединение к каждой гиперцентрированной плоскости P^{m-1}_m: 1) $(n-m-1)$-мерной плоскости P_{n-m-1}, не имеющей общих точек с плоскостью P_m; 2) точки B, принадлежащей плоскости P_m и не лежащей в ее гиперцентре L_{m-1}. Оснащающие объекты определяются системами точек:

$$B_\alpha = A_\alpha + \lambda^a_\alpha A_a + \lambda_\alpha A,\ B = A + \lambda^a A_a,$$

причем

$$\Delta\lambda_{\alpha}^{a}+\lambda_{\alpha}\omega^{a}+\omega_{\alpha}^{a}=\lambda_{\alpha i}^{a}\theta^{i},$$
$$\Delta\lambda_{\alpha}+\omega_{\alpha}=\lambda_{\alpha i}\theta^{i},\Delta\lambda^{a}+\omega^{a}=\lambda_{i}^{a}\theta^{i}. \tag{13}$$

Данные уравнения обеспечивают инвариантность плоскости P_{n-m-1} и точки B.

Обозначим $\lambda'=\left\{\lambda_{\alpha i}^{a},\lambda_{\alpha i},\lambda_{i}^{a}\right\}$ — объект из пфаффовых производных оснащающего квазитензора $\lambda=\left\{\lambda_{\alpha}^{a},\lambda_{\alpha},\lambda^{a}\right\}$, тогда $\left\{\lambda,\lambda'\right\}$ — продолженный оснащающий объект. Продолжим уравнения (13):

$$\Delta\lambda_{\alpha i}^{a}+\lambda_{\alpha i}\omega^{a}+\lambda_{\alpha}^{b}\omega_{bi}^{a}-\lambda_{\beta}^{a}\omega_{\alpha i}^{\beta}-\lambda_{\alpha}\omega_{i}^{a}=\lambda_{\alpha ij}^{a}\theta^{j},$$
$$\Delta\lambda_{\alpha i}-\lambda_{\beta}\omega_{\alpha i}^{\beta}+\omega_{\alpha i}=\lambda_{\alpha ij}\theta^{j},\Delta\lambda_{i}^{a}+\lambda^{b}\omega_{bi}^{a}+\omega_{i}^{a}=\lambda_{ij}^{a}\theta^{j}.$$

Дифференциалы базисных точек оснащающих объектов имеют вид:

$$dB_{\alpha}=\theta B_{\alpha}+\left(\omega_{\alpha}^{\beta}+s_{\alpha i}^{\beta}\theta^{i}\right)B_{\beta}+\left(t_{\alpha i}^{a}A_{a}+t_{\alpha i}B\right)\theta^{i},$$

$$dB=\left(\theta+s_{i}\theta^{i}\right)B+\left(t_{i}^{\alpha}B_{\alpha}+t_{i}^{a}A_{a}\right)\theta^{i},$$

где

$$s_{\alpha i}^{\beta}=\lambda_{\alpha}^{a}\Lambda_{ai}^{\beta}+\lambda_{\alpha}\Lambda_{i}^{\beta},\ s_{i}=\lambda^{a}\left(\Lambda_{ai}-\lambda_{\beta}\Lambda_{ai}^{\beta}\right)-\lambda_{\alpha}\Lambda_{i}^{\alpha},$$

$$t_{\alpha i}=\lambda_{\alpha i}+\lambda_{\alpha}^{a}\left(\Lambda_{ai}-\lambda_{\beta}\Lambda_{ai}^{\beta}\right)-\lambda_{\alpha}\lambda_{\beta}\Lambda_{i}^{\beta}, \tag{14}$$

$$t_{\alpha i}^{a}=\lambda_{\alpha i}^{a}-\lambda_{\beta}^{a}s_{\alpha i}^{\beta}-\lambda^{a}t_{\alpha i}, \tag{15}$$

$$t_{i}^{\alpha}=\lambda_{i}^{\alpha}+\lambda^{b}\Lambda_{bi}^{\alpha}, \tag{16}$$

$$t_{i}^{a}=\lambda_{i}^{a}-\lambda_{\alpha}^{a}t_{i}^{\alpha}-\lambda^{a}\lambda^{b}\left(\Lambda_{bi}-\lambda_{\alpha}\Lambda_{bi}^{\alpha}\right)+\lambda^{a}\lambda_{\alpha}\Lambda_{i}^{\alpha}. \tag{17}$$

Используя формулы (5, 13), находим сравнения для величин, определяющих смещения оснащающих объектов:

$$\Delta t^a_{\alpha i} \equiv 0, \ \Delta t_{\alpha i} \equiv 0, \ \Delta t^\alpha_i \equiv 0, \ \Delta t^a_i \equiv 0.$$

Утверждение 4. *Объект* $t = \left\{ t^a_{\alpha i}, t_{\alpha i}, t^\alpha_i, t^a_i \right\}$ *является тензором, содержащим 4 подтензора:* $t^a_{\alpha i}, t_{\alpha i}, t^\alpha_i, t^a_i$.

Случаи обращения в нуль подтензоров тензора t геометрически характеризуются соответствующими специальными смещениями оснащающих объектов:

1) $t^a_{\alpha i} = 0,$ плоскость P_{n-m-1} смещается в плоскости $N_{n-m} = P_{n-m-1} + B$, натянутой на плоскость P_{n-m-1} и точку B;

2) $t_{\alpha i} = 0,$ плоскость P_{n-m-1} смещается в гиперплоскости $P_{n-1} = P_{n-m-1} + P_m$;

3) $t^a_{\alpha i} = 0, t_{\alpha i} = 0,$ плоскость P_{n-m-1} неподвижна;

4) $t^\alpha_i = 0,$ точка B смещается в плоскости P_m ;

5) $t^a_i = 0,$ точка B смещается в плоскости N_{n-m} ;

6) $t^\alpha_i = 0, t^a_i = 0,$ точка B неподвижна;

7) $t = 0,$ точка B и плоскость P_{n-m-1} неподвижны, а значит, неподвижна плоскость N_{n-m} .

Таким образом, вырождение тензора t ограничивает подвижность оснащающих элементов, поэтому назовем его тензором подвижности [6].

Список литературы

1. *Шевченко Ю.И.* Оснащения центропроективных многообразий. Калининград, 2000.

2. *Вялова А.В.* Тензорность кривизны фундаментально-групповой связности, ассоциированной с конгруэнцией гиперцентрированных плоскостей // Международная научная конференция «Современная геометрия и ее приложения». Казань, 2017. С. 36—35.

3. *Кулешов А.В.* Фундаментально-групповые связности, индуцированные композиционным оснащением семейства центрированных плоскостей в проективном пространстве // Вестник Балтийского федерального им. И. Канта. Сер.: Физ.-мат. науки. 2012. №4. С. 139—147.

4. *Кулешов А.В.* Связности второго порядка на семействе центрированных плоскостей в проективном пространстве // Диф. геом. многообр. фигур. Калининград, 2012. Вып. 43. С. 50—63.

5. *Евтушик Л.Е., Лумисте Ю.Г., Остиану Н.М., Широков А.П.* Дифференциально-геометрические структуры на многообразиях // Проблемы геометрии / ВИНИТИ. М., 1979. Т. 9. С. 5—246.

6. *Кулешов А.В.* Кривизна индуцированных фундаментально-групповых связностей семейства центрированных плоскостей в проективном пространстве // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. Сер.: Физ.-мат. науки. 2011. №26. С. 111—119.

K. Bashashina[1]

[1] Immanuel Kant Baltic Federal University
14 A. Nevskogo St., Kaliningrad, 236016, Russia
baschaschina@mail.ru

Fundamental-group connections and composite clothing for hypercentered planes family in projective space

Submitted on May 30, 2018

The article deals with hypercentered planes family in projective space. It is proved that the curvature object for the fundamental-group connection in the principal bundle associated with the family is a tensor. The composition of the family is set by a point lying in plane and not belonging to its hypercenter and $(n-m-1)$-dimensional plane that does not have common points with the hypercentered plane. The mobility tensor is considered. The vanishing its components is geometrically characterized by corresponding special displacements of the clothing objects.

Keywords: hypercentered plane, composite clothing, projective space, curvature tensor of fundamental-group connection.

References

1. *Shevchenko, Yu. I.:* Clothings of centroprojective mani-folds. Kaliningrad (2000) (in Russian).
2. *Vyalova, A. V.*: Tensority of curvature of fundamental-group connection, associated with congruence of hypercentered planes. International scientific conference «Modern geometry and its application». Kazan, pp. 36—37 (2017) (in Russian).
3. *Kuleshov, A. V.:* Fundamental-group connections, induced by composite clothing of family of centered planes in projective space. IKBFU's Vestnik. Ser. Physics, Mathematics, and technology. Kaliningrad. 4, 139—147 (2012) (in Russian).
4. *Kuleshov, A. V.:* Connections of the 2nd order on a family of centered planes in a projective space. Differ. Geom. Mnogoobr. Figur. Kaliningrad. 43, 50—63 (2012) (in Russian).
5. *Evtushik, L. E., Lumiste, Yu. G., Ostianu, N. M., Shirokov, A. P.:* Differential-geometric structures on manifolds. Journal of Soviet Mathematics, **14**:6, 1573—1719 (1980).
6. *Kuleshov, A. V.:* Curvature of induced fundamental-group connections of a family of centered planes in projective space. Izv. Penz. gos. pedagog. univ. im.i V. G. Belinskogo. 26, 111—120. (2011) (in Russian).