УДК 514.75 (08)

Ю. И. Попов

ВВЕДЕНИЕ СВЯЗНОСТЕЙ НА ГИПЕРПОВЕРХНОСТИ Ω(Δ)

На нормализованной (оснащенной в смысле Нордена) гиперповерхности $\Omega_{n-1}(\Delta) \subset P_n$ в ее различных подрасслоениях введены внутренние аффинные (касательные) и нормальные (центропроективные) связности. Приведены охваты соответствующих 2-форм кривизны и тензоров кривизны этих связностей.

The paper introduces internal affine (tangent) and normal (centroprojective) connections on normalized (Norden's framed) hypersurface $\Omega_{n-1}(\Delta) \subset P_n$ in its various subbundles. Coverages of the corresponding curvature 2 forms and curvature tensors of its connections are given.

Ключевые слова: нормализация, расслоение, подрасслоение, аффинная связность, центропроективная связность (нормальная связность), 2-форма кривизны, тензор кривизны связности.

Keywords: normalization, bundle, subbundle, affine connection, centrorojective connection (normal connection), curvature 2 form, curvature tensors of connection.

Во всей работе использована следующая схема индексов:

$$L = \overline{1, n};\ p, q, t = \overline{1, m};\ a, b, c = \overline{m+1, n-1};\ i, j, k, l = \overline{1, n-1};$$
$$\tilde{a}, \tilde{b} = \overline{m+1, n};\ \alpha = (\overline{m+1, n}; 0);\ \tilde{p}, \tilde{q} = (\overline{1, m}; n);\ \sigma = (0; \overline{1, m}; n).$$

1. Задание связностей на оснащенной гиперповерхности Ω(Δ)

1. Известно [1], что в репере 1-го порядка R^1 гиперповерность $\Omega_{n-1}(\Delta) \subset P_n$ задается системой уравнений

$$\omega_0^n = 0,\ \omega_p^n = \lambda_{pq}^n \omega_0^q,\ \omega_a^n = \lambda_{ab}^n \omega_0^b,$$
$$\omega_p^a = \lambda_{pi}^a \omega^i,\ \omega_a^p = \lambda_{ai}^p \omega_0^i,\ \omega_n^a = \lambda_{ni}^a \omega^i, \tag{1}$$

где компоненты фундаментального объекта 2-го порядка

$$\Gamma_2 = \{\lambda_{pq}^n;\ \lambda_{ab}^n; \lambda_{pi}^a; \lambda_{ai}^p; \lambda_{ni}^a\}$$

удовлетворяют уравнениям

$$\nabla\lambda_{pq}^n + \lambda_{pq}^n \omega_0^0 = \lambda_{pqi}^n \omega^i,\ \nabla\lambda_{ab}^n + \lambda_{ab}^n \omega_0^0 = \lambda_{abi}^n \omega^i, \tag{2}$$

$$\nabla\lambda_{pi}^a + \lambda_{pi}^a \omega_0^0 - \delta_i^a \omega_p^0 = \lambda_{pij}^a \omega^j, \tag{3}$$

$$\nabla\lambda_{ai}^p + \lambda_{ai}^p \omega_0^0 + \lambda_{ab}^n \delta_i^b \omega_n^p - \delta_i^p \omega_a^0 = \lambda_{aij}^p \omega^j,$$

Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Физико-математические и технические науки. 2018. № 1. С. 18 – 24.

$$\nabla\lambda_{ni}^{a} + \lambda_{ni}^{a}\omega_{0}^{0} - \lambda_{pi}^{a}\omega_{n}^{p} - \delta_{i}^{a}\omega_{n}^{0} = \lambda_{nij}^{a}\omega^{j}.$$

Имеет место [1]

Теорема 1. *Гиперповерхность* $\Omega(\Delta)$ *проективного пространства* P_n, *заданная системой уравнений* (1), (2), *существует с произволом* $(2m+1)\times$ $\times(n-m-1)$ *функций* $(n-1)$ *аргумента.*

2. Пусть гиперповерхность $\Omega(\Delta)$ нормализована в смысле Нордена [2], т. е. в каждой точке $A \overset{\text{def}}{=} x$ гиперповерхности $\Omega(\Delta)$ заданы ее нормали $N_1(x)$ и $N_{n-2}(x) = [M_p, M_a]$ соответственно 1-го и 2-го рода. Адаптируем репер R_1 нормалям $N_1(x)$, $N_{n-2}(x)$, т. е. точки $\{A_i\} \subset N_{n-2}(x)$, а $A_n \subset N_1(x)$. Тогда формы ω_p^0, ω_a^0, ω_n^0, ω_n^p становятся главными:

$$\begin{aligned} &\omega_p^0 = \lambda_{pi}^0\omega^i,\ \omega_a^0 = \lambda_{ai}^0\omega^i, \\ &\omega_n^p = \lambda_{ni}^p\omega^i,\ \omega_n^0 = \lambda_{ni}^0\omega^i. \end{aligned} \tag{4}$$

Замыкание уравнений (4) примет вид

$$\begin{aligned} &\nabla\lambda_{pi}^0 + \lambda_{pi}^0\omega_0^0 = \lambda_{pij}^0\omega^j,\ \nabla\lambda_{ai}^0 + \lambda_{ai}^0\omega_0^0 = \lambda_{aij}^0\omega^j, \\ &\nabla\lambda_{ni}^p + \lambda_{ni}^p\omega_0^0 = \lambda_{nij}^p\omega^j,\ \nabla\lambda_{ni}^0 + \lambda_{ni}^0\omega_0^0 = \lambda_{nij}^0\omega^j. \end{aligned} \tag{5}$$

Согласно выражениям (3), (4) каждая из совокупностей функций $\{\lambda_{pi}^a\}$, $\{\lambda_{ai}^p\}$, $\{\lambda_{ni}^a\}$ образуют тензор 2-го порядка

$$\nabla\lambda_{pi}^a + \lambda_{pi}^a\omega_0^0 \equiv 0,\ \nabla\lambda_{ai}^p + \lambda_{ai}^p\omega_0^0 \equiv 0,\ \nabla\lambda_{ni}^a + \lambda_{ni}^a\omega_0^0 \equiv 0. \tag{6}$$

Таким образом, нормализованная гиперповерность $\Omega(\Delta)$ в дифференциальной окрестности 2-го порядка задается уравнениями (1), (2), (4—6).

При фиксации точки $A \overset{\text{def}}{=} x$ прямая $N_1(x)$ (нормаль 1-го рода), гиперплоскость $T_{n-1}(x)$ (элемент касательного T_{n-1}-подрасслоения), плоскость $\Lambda(x)$ (элемент Λ-подрасслоения), плоскость $L(x)$ (элемент L-подрасслоения) остаются неподвижными. Следовательно, на базе $\Omega \overset{\text{def}}{=} \Omega_{n-1}$ (на гиперповерхности) возникают нормальные $N_1(\Omega)$, $N_{n-m}(\Omega)$, $N_{n+m}(\Omega)$ и соответственно касательные $T_{n-1}(\Omega)$, $T_m(\Omega)$, $T_{n-m-1}(\Omega)$ расслоения [3].

3. Прежде всего заметим, что из выражений (1), (4) следуют уравнения для следующих главных форм оснащенной гиперповерхности $\Omega(\Delta)$:

$$\omega_i^n = \lambda_{ij}^n\omega^j,\ \omega_i^0 = \lambda_{ij}^0\omega^j,\ \omega_n^i = \lambda_{nj}^i\omega^j. \tag{7}$$

Структурные уравнения касательного расслоения $T_{n-1}(\Omega)$ гиперплоскостей $T_{n-1}(x)$ имеют строение

$$d\omega^i = \omega^j \wedge \omega^i_j,\ d\omega^i_j = \omega^k_j \wedge \omega^i_k + \Omega^i_j,$$

где формы Ω^i_j преобразуем с помощью (7) следующим образом:

$$\begin{aligned}\Omega^i_j &= \omega^n_j \wedge \omega^i_n + \omega^0_j \wedge \omega^i_0 - \delta^i_j(\omega^k_0 \wedge \omega^0_k) = \\ &= (\lambda^n_{j[k}\lambda^i_{|n|l]} + \lambda^0_{j[k}\delta^i_{l]} - \delta^i_j\lambda^0_{[kl]})\omega^k_0 \wedge \omega^l_0 = R^i_{jkl}\omega^k_0 \wedge \omega^l_0,\end{aligned} \tag{8}$$

где

$$R^i_{jkl} = \lambda^n_{j[k}\lambda^i_{|n|l]} + \lambda^0_{j[k}\delta^i_{l]} - \delta^i_j\lambda^0_{[kl]}. \tag{9}$$

Следуя работам [3; 4], приходим к выводу.

Теорема 2. *В касательном расслоении* $T_{n-1}(V)$ *нормализованная гиперповерхность* $\Omega(\Delta)$ *индуцирует (порождает) аффинную связность* γ *без кручения* [2], [4] *с формами связности* (ω^i, ω^i_j) *и 2-формами кривизны* Ω^i_j (8), *причем компоненты тензора кривизны* R^i_{jkl} *связности* γ *имеют строение* (9).

4. Структурные уравнения нормального расслоения $N_1(V)$ (расслоение нормалей N_1 1-го рода гиперповерхности V_{n-1}) с учетом (7) можно представить в виде

$$d\omega^i = \omega^j \wedge \omega^i_j,\ d\omega^0_n = \omega^n_n \wedge \omega^0_n + \Omega^0_n,\ d\omega^n_n = \Omega^n_n,$$

где

$$\Omega^0_n = \omega^i_n \wedge \omega^0_i = (\lambda^i_{n[k}\lambda^0_{|i|l]})\omega^k_0 \wedge \omega^l_0 = R^0_{nkl}\omega^k_0 \wedge \omega^l_0, \tag{10}$$

$$\Omega^n_n = \omega^i_n \wedge \omega^n_i = (\lambda^i_{n[k}\lambda^n_{|i|l]})\omega^k_0 \wedge \omega^l_0 = R^n_{nkl}\omega^k_0 \wedge \omega^l_0, \tag{11}$$

$$R^0_{nkl} = \lambda^i_{n[k}\lambda^0_{|i|l]},\ R^n_{nkl} = \lambda^i_{n[k}\lambda^n_{|i|l]}. \tag{12}$$

Таким образом, имеет место [3; 4]

Теорема 3. *Нормализованная гиперповерхность* $\Omega(\Delta)$ *индуцирует в нормальном расслоении* $N_1(V)$ *центропроективную связность* $\gamma^\perp$ *(нормальную проективную связность* $\gamma^\perp$*) с формами связности* (ω^n_n, ω^0_n) *и 2-формами* (Ω^0_n, Ω^n_n) *кривизны* (10), (11), *компоненты тензора кривизны*

$$R^{\bar{n}}_{nkl} = \{R^0_{nkl}, R^n_{nkl}\}$$

которой имеют строение (12).

2. Задание аффинной (касательной) и нормальной связностей в Λ-, *L*-подрасслоениях

1. Введем связность в касательном Λ-подрасслоении (расслоении $T_m(\Omega)$). Структурные уравнения касательного расслоения $T_m(\Omega)$ в силу уравнений (1), (4), (7) примут следующий вид:

$$d\omega^p = \omega^q \wedge \omega_q^p + \omega^a + \omega_a^p = \omega^q \wedge \omega_q^p + (\delta_{[i}^a \lambda_{|a|j]}^p)\omega^i \wedge \omega^j =$$

$$= \omega^q \wedge \omega_q^p + \mathrm{R}_{ij}^p\, \omega^i \wedge \omega^j,$$

$$d\omega_p^q = \omega_p^i \wedge \omega_i^q + \Omega_p^q,$$

$$\Omega_p^q = \omega_p^a \wedge \omega_a^q + \omega_p^n \wedge \omega_n^q + \omega_p^0 \wedge \omega_0^q - \delta_p^q(\omega_0^L \wedge \omega_L^0) =$$
$$= [\lambda_{p[i}^{\tilde a} \lambda_{|\tilde a|j]}^q + \lambda_{p[i}^0 \lambda_{j]}^q - \delta_p^q(\delta_{[i}^k \lambda_{|k|j]}^0)]\omega^i \wedge \omega^j = R_{pij}^q \omega^i \wedge \omega^j, \tag{13}$$

где

$$R_{pij}^q = \lambda_{p[i}^{\tilde a} \lambda_{|\tilde a|j]}^q + \lambda_{p[i}^0 \lambda_{j]}^q - \delta_p^q(\delta_{[i}^k \lambda_{|k|j]}^0). \tag{14}$$

Согласно работам [3; 4] утверждаем, что справедлива

Теорема 4. *В дифференциальной окрестности 2-го порядка нормализованная гиперповерхность* $\Omega(\Delta)$ *порождает в касательном расслоении* $T_m(\Omega)$ *аффинную связность* η [2] *с кручением*

$$R_{ij}^p = \delta_{[i}^a \lambda_{|a|j]}^p. \tag{15}$$

Слоевыми формами аффинной связности η *являются формы* (ω^p, ω_p^q), *2-формой кривизны –* Ω_p^q (13), *а тензором кривизны – тензор* R_{pij}^q (14).

2. Структурные уравнения нормального расслоения $N_{n-m}(\Omega)$ с учетом (1), (4) примут вид

$$d\omega^i = \omega^j \wedge \omega_j^i,\ d\omega_a^0 = \omega_a^b \wedge \omega_b^0 + \Omega_a^0,\ d\omega_n^0 = \omega_n^n \wedge \omega_n^0 + \Omega_n^0,$$
$$d\omega_a^b = \omega_a^c \wedge \omega_c^b + \Omega_a^b,\ d\omega_n^a = \omega_n^b \wedge \omega_b^a + \omega_n^n \wedge \omega_n^a + \Omega_n^a, \tag{16}$$
$$d\omega_a^n = \omega_a^n \wedge \omega_n^n + \omega_a^b \wedge \omega_b^n + \Omega_a^n,\ d\omega_n^n = \Omega_n^n.$$

В формулах (16) 2-формы $\Omega_{\tilde a}^0$, $\Omega_{\tilde a}^b$, $\Omega_{\tilde a}^n$ имеют следующую структуру:

$$\Omega_a^0 = (\lambda_{a[i}^n \lambda_{|n|j]}^0 + \lambda_{a[i}^p \lambda_{|p|j]}^0)\omega^i \wedge \omega^j = R_{aij}^0 \omega^i \wedge \omega^j,$$
$$\Omega_n^0 = (\lambda_{n[i}^p \lambda_{|p|j]}^0 + \lambda_{n[i}^b \lambda_{|b|j]}^0)\omega^i \wedge \omega^j = R_{nij}^0 \omega^i \wedge \omega^j,$$
$$\Omega_a^b = (\lambda_{a[i}^0 \delta_{j]}^b + \lambda_{a[i}^p \lambda_{|p|j]}^b + \lambda_{a[i}^n \lambda_{|n|j]}^b - \delta_a^b \delta_{[i}^k \lambda_{|k|j]}^0)\omega^i \wedge \omega^j = R_{aij}^b \omega^i \wedge \omega^j,$$
$$\Omega_n^a = (\lambda_{n[i}^0 \delta_{j]}^a + \lambda_{n[i}^p \lambda_{|p|j]}^a)\omega^i \wedge \omega^j = R_{nij}^a \omega^i \wedge \omega^j, \tag{17}$$
$$\Omega_a^n = (\lambda_{a[i}^0 \delta_{j]}^n + \lambda_{a[i}^p \lambda_{|p|j]}^n)\omega^i \wedge \omega^j = R_{aij}^n \omega^i \wedge \omega^j,$$
$$\Omega_n^n = (\lambda_{n[i}^k \lambda_{|k|j]}^n - \delta_{[i}^k \lambda_{|k|j]}^0)\omega^i \wedge \omega^j = R_{nij}^n \omega^i \wedge \omega^j,$$

где

$$R^0_{aij}=\lambda^n_{a[i}\lambda^0_{|n|j]}+\lambda^p_{a[i}\lambda^0_{|p|j]},\ R^0_{nij}=\lambda^p_{n[i}\lambda^0_{|p|j]}+\lambda^b_{n[i}\lambda^0_{|b|j]},$$
$$R^b_{aij}=\lambda^0_{a[i}\delta^b_{j]}+\lambda^p_{a[i}\lambda^b_{|p|j]}+\lambda^n_{a[i}\lambda^b_{|n|j]}-\delta^b_a\delta^k_{[i}\lambda^0_{|k|j]},$$
$$R^b_{nij}=\lambda^0_{n[i}\delta^b_{j]}+\lambda^p_{n[i}\lambda^b_{|p|j]},\ R^n_{aij}=\lambda^0_{a[i}\delta^n_{j]}+\lambda^p_{a[i}\lambda^n_{|p|j]},\tag{18}$$
$$R^n_{nij}=\lambda^k_{n[i}\lambda^n_{|k|j]}-\delta^k_{[i}\lambda^0_{|k|j]}.$$

Таким образом, имеет место [3; 4]

Теорема 5. *Нормализованная гиперповерхность* $\Omega(\Delta)$ *в окрестности 2-го порядка индуцирует в нормальном расслоении* $N_{n-m}(\Omega)$ *нормальную (центропроективную) связность* $\eta^{\perp}$ *со слоевыми формами связности* $(\omega^0_{\tilde a},\omega^b_{\tilde a},\omega^n_{\tilde a})$, *2-формами кривизны* $(\Omega^0_{\tilde a},\Omega^b_{\tilde a},\Omega^n_{\tilde a})$ *и тензором кривизны*

$$R^{\alpha}_{\tilde a ij}=\{R^0_{\tilde a ij},R^{\tilde b}_{\tilde a ij}\},\tag{19}$$

компоненты которого имеют строение (18).

3. Структурные уравнения касательного расслоения $T_{n-m-1}(\Omega)$ (L-подрасслоения) в силу формул (1), (4), (7) имеют такой вид:

$$d\omega^i=\omega^j\wedge\omega^i_j,$$
$$d\omega^a=\omega^b\wedge\omega^a_b+\omega^p\wedge\omega^a_p=\omega^b\wedge\omega^a_b+\delta^p_{[i}\lambda^a_{|p|j]}\omega^i\wedge\omega^j=\omega^b\wedge\omega^a_b+R^a_{ij}\omega^i\wedge\omega^j,$$
$$d\omega^b_a=\omega^c_a\wedge\omega^b_c+\omega^0_a\wedge\omega^b_0+\omega^p_a\wedge\omega^b_p+\omega^n_a\wedge\omega^b_n-\delta^b_a(\omega^k_o\wedge\omega^0_k)=$$
$$=\omega^c_a\wedge\omega^b_c+(\lambda^0_{a[i}\delta^b_{j]}+\lambda^p_{a[i}\lambda^b_{|p|j]}+\lambda^n_{a[i}\lambda^b_{|n|j]}-\delta^b_a\delta^k_{[i}\lambda^0_{|k|j]})\omega^i\wedge\omega^j=$$
$$=\omega^c_a\wedge\omega^b_c+R^b_{aij}\omega^i\wedge\omega^j,$$

где

$$R^a_{ij}=\delta^p_{[i}\lambda^a_{|p|j]},\tag{20}$$

$$\Omega^b_a\overset{\text{def}}{=}(\lambda^0_{a[i}\delta^b_{j]}+\lambda^p_{a[i}\lambda^b_{|p|j]}+\lambda^n_{a[i}\lambda^b_{|n|j]}-\delta^b_a\delta^k_{[i}\lambda^0_{|k|j]})\omega^i\wedge\omega^j,\tag{21}$$

$$R^b_{aij}=\lambda^0_{a[i}\delta^b_{j]}+\lambda^p_{a[i}\lambda^b_{|p|j]}+\lambda^n_{a[i}\lambda^b_{|n|j]}-\delta^b_a\delta^k_{[i}\lambda^0_{|k|j]}.\tag{22}$$

Тем самым справедлива

Теорема 6. *Нормализованная гиперповерхность* $\Omega(\Delta)\subset P_n$ *в окрестности 2-го порядка порождает в касательном расслоении* $T_{n-m-1}(\Omega)$ *(L-подрасслоении) аффинную связность* ζ *с кручением, тензор кручения* R^a_{ij} *которой имеет вид* (20), *а 2-форма* Ω^b_a *и тензор кривизны* R^b_{aij} *связности* ζ *имеют соответственно структуру* (21) *и* (22).

4. Рассмотрим структурные уравнения нормального расслоения $N_{m+1}(\Omega)$ (Δ-подрасслоения), которые в силу (1), (4), (7) принимают следующий вид:

$$
\begin{gathered}
d\omega^i = \omega^j \wedge \omega_j^i, \\
d\omega_p^0 = \omega_p^q \wedge \omega_q^0 + \omega_p^n \wedge \omega_n^0 + \omega_p^a \wedge \omega_a^0 = \\
= \omega_p^q \wedge \omega_q^0 + (\lambda_{p[i}^{\tilde a}\lambda_{|\tilde a|j]}^0)\omega^i \wedge \omega^j = \omega_p^q \wedge \omega_q^0 + \Omega_p^0 \omega^i \wedge \omega^j, \\
d\omega_n^0 = \omega_n^n \wedge \omega_n^0 + \omega_n^p \wedge \omega_p^0 + \omega_n^a \wedge \omega_a^0 = \\
= \omega_n^n \wedge \omega_n^0 + (\lambda_{n[i}^k \lambda_{|k|j]}^0)\omega^i \wedge \omega^j = \omega_n^n \wedge \omega_n^0 + \Omega_n^0 \omega^i \wedge \omega^j, \\
d\omega_n^p = \omega_n^b \wedge \omega_b^p + \omega_n^{\tilde q} \wedge \omega_{\tilde q}^p + \omega_n^0 \wedge \omega_0^p = \\
= \omega_n^{\tilde q} \wedge \omega_{\tilde q}^p + (\lambda_{n[i}^b \lambda_{|b|j]}^p + \lambda_{n[i}^0 \delta_{j]}^p)\omega^i \wedge \omega^j = \omega_n^{\tilde q} \wedge \omega_{\tilde q}^p + \Omega_n^p \omega^i \wedge \omega^j, \\
d\omega_p^q = \omega_p^t \wedge \omega_t^q + \omega_p^0 \wedge \omega_0^q + \omega_p^a \wedge \omega_a^q + \omega_p^n \wedge \omega_n^q - \delta_p^q(\omega_0^L \wedge \omega_L^0) = \\
= \omega_p^t \wedge \omega_t^q + (\lambda_{p[i}^0 \delta_{j]}^q + \lambda_{p[i}^{\tilde a}\lambda_{|\tilde a|j]}^q - \delta_p^q \lambda_{[ij]}^0)\omega^i \wedge \omega^j = \omega_p^t \wedge \omega_t^q + \Omega_p^q \omega^i \wedge \omega^j, \\
d\omega_p^n = \omega_p^q \wedge \omega_q^n + \omega_p^a \wedge \omega_a^n + (\lambda_{p[i}^a \lambda_{|a|j]}^n)\omega^i \wedge \omega^j = \omega_p^{\tilde q} \wedge \omega_{\tilde q}^n + \Omega_p^n \omega^i \wedge \omega^j, \\
d\omega_n^n = \omega_n^k \wedge \omega_k^n - \omega_0^i \wedge \omega_i^0 = (\lambda_{n[i}^k \lambda_{|k|j]}^n - \lambda_{[ij]}^0)\omega^i \wedge \omega^j = \Omega_n^n \omega^i \wedge \omega^j.
\end{gathered}
\tag{23}
$$

В данных уравнениях (23) полубазовые формы [4] (2-формы кривизны связности $\zeta^\perp$ в расслоении $N_{m+1}(\Omega)$) имеют такое строение:

$$
\begin{gathered}
\Omega_p^0 = \lambda_{p[i}^{\tilde a}\lambda_{|\tilde a|j]}^0 \omega^i \wedge \omega^j, \; \Omega_n^0 = \lambda_{n[i}^k \lambda_{|k|j]}^0 \omega^i \wedge \omega^j, \\
\Omega_n^p = (\lambda_{n[i}^b \lambda_{|b|j]}^p + \lambda_{n[i}^0 \delta_{j]}^p)\omega^i \wedge \omega^j, \\
\Omega_p^q = (\lambda_{p[i}^0 \delta_{j]}^q + \lambda_{p[i}^{\tilde a}\lambda_{|\tilde a|j]}^q - \delta_p^q \lambda_{[ij]}^0)\omega^i \wedge \omega^j, \\
\Omega_p^n = \lambda_{p[i}^a \lambda_{|a|j]}^n \omega^i \wedge \omega^j, \; \Omega_n^n = (\lambda_{n[i}^k \lambda_{|k|j]}^n - \lambda_{[ij]}^0)\omega^i \wedge \omega^j.
\end{gathered}
\tag{24}
$$

Компоненты тензора кривизны $R_{\tilde p ij}^\sigma$ $(\sigma = 0; \overline{1, m}; n)$ связности $\zeta^\perp$ (центропроективной связности) в расслоении $N_{m+1}(\Omega)$ Δ-плоскостей согласно (24) представим следующим образом:

$$
\begin{gathered}
R_{pij}^0 = \lambda_{p[i}^{\tilde a}\lambda_{|\tilde a|j]}^0, \; R_{nij}^0 = \lambda_{n[i}^k \lambda_{|k|j]}^0, \\
R_{nij}^p = \lambda_{n[i}^b \lambda_{|b|j]}^p + \lambda_{n[i}^0 \delta_{j]}^p, \\
R_{pij}^q = \lambda_{p[i}^0 \delta_{j]}^q + \lambda_{p[i}^{\tilde a}\lambda_{|\tilde a|j]}^q - \delta_p^q \lambda_{[ij]}^0, \\
R_{pij}^n = \lambda_{p[i}^a \lambda_{|a|j]}^n, \; R_{nij}^n = \lambda_{n[i}^k \lambda_{|k|j]}^n - \lambda_{[ij]}^0.
\end{gathered}
\tag{25}
$$

Резюмируя результаты п. 4, приходим к выводу [3; 4]:

Теорема 7. *Нормализованная гиперповерхность* $\Omega(\Delta) \subset P_n$ *индуцирует в* Δ*-подрасслоении нормальную (центропроективную) связность* $\zeta^\perp$, *2-формы кривизны которой имеют строение* (24), *а компоненты тензора кривизны* $R_{\tilde p ij}^\sigma$ *связности* $\zeta^\perp$ *имеют вид* (25).

Список литературы

1. *Попов Ю.И.* О полях геометрических объектов Δ-оснащенной гиперповерхности проективного пространства // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Физико-математические и технические науки. 2017. № 4. С. 16—23.

2. *Норден А.П.* Пространства аффинной связности. М., 1976.

3. *Чакмазян А.В.* Связность в нормальных расслоениях нормализованного подмногообразия V_m в P_n // Итоги науки и техники. ВИНИТИ АН СССР. М., 1978. Т. 10. С. 55—74.

4. *Чакмазян А.В.* Нормальная связность в геометрии подмногообразий. Ереван, 1990.

Об авторе

Юрий Иванович Попов — канд. физ.-мат. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: yurij.popoff2015@yandex.ru

The author

Dr Ju. Popov, professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: yurij.popoff2015@yandex.ru