УДК 514.75

Ю. И. Попов

СКОМПОНОВАННЫЕ ГИПЕРПЛОСКОСТНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АФФИННОГО ПРОСТРАНСТВА

Определено скомпонованное гиперплоскостное распределение аффинного пространства A_n (SH-распределение) и доказана его теорема существования. Построены внутренние нормализации основных структурных подрасслоений SH-распределения в дифференциальных окрестностях 1-го и 2-го порядка. Введены нормальные и касательные аффинные связности основных структурных подрасслоений данного SH-распределения.

In this article, I determine the grouped hyperplane distribution of the affine space A_n (SH-distribution) and prove the relevant existence theorem. I perform internal normalizations of the main structural subbundles of the SH-distribution in first and second-order differential neighbourhoods. Normal and tangent affine connections of the main structural subbundles of the SH-distribution are introduced.

Ключевые слова: distribution, subbundle, нормализация, нормальная аффинная связность, касательная аффинная связность, соответствие Бомпьяни — Пантази.

Keywords: geometric object, distribution, subbundle, normalization, normal affine connection, tangent affine connection, Bompiani–Pantazi correspondence.

Во всей работе использована следующая схема индексов:

$$K, L = \overline{1, n};\ i, j, k, l = \overline{1, m};\ \alpha, \beta, \gamma = \overline{m+1, n-1};\ \sigma, \rho, \xi, \tau = \overline{1, n-1}.$$

Знак $\equiv$ означает сравнение по модулю базисных форм ω^K.

1. Задание скомпонованного гиперплоскостного распределения в аффинном пространстве. Теорема существования

Определение 1. Гиперплоскостное H-распределение (распределение гиперплоскостей H_{n-1}) аффинного пространства A_n, в каждом центре A которого выполняются соотношения

$$[\Lambda_m(A); L_{n-m-1}(A)] = H_{n-1}(A),\ \Lambda_m(A) \cap L_{n-m-1}(A) = A,$$

называется *скомпонованным распределением, или кратко — SH-распределением* [1—3].

Распределение m-плоскостей $\Lambda_m(A) \overset{\text{def}}{=} \Lambda(A)$ и распределение $(n-m-1)$-плоскостей $L_{n-m-1}(A) \overset{\text{def}}{=} L(A)$ назовем соответственно *Λ-подрасслоением* и *L-подрасслоением* данного SH-распределения.

Изучение скомпонованных SH-распределений аффинного пространства актуально потому, что эти образы являются обобщениями регулярных гиперполос, гиперполос специальных типов и тангенциально вырожденных гиперповерхностей. Например:

а) если Λ-подрасслоение голономно, то пространство A_n расслаивается на $(n-m)$-параметрическое семейство гиперполос $H_m(L)$, оснащенных полем плоскостей L;

б) если Λ-подрасслоение голономно и в каждом центре A плоскость $L(A)$ является характеристикой семейства касательных гиперплоскостей, то в этом случае пространство A_n расслаивается на $(n-m)$-параметрическое семейство гиперполос H_m [4];

в) если H-подрасслоение голономно, то пространство A_n расслаивается на однопараметрическое семейство гиперповерхностей, оснащенных полями Λ-, L-плоскостей.

Присоединим подвижный репер $R = \{M; \vec{e}_J\}$ пространства A_n к SH-распределению следующим образом:

$$M \equiv A, \{\vec{e}_i\} \subset \Lambda(A), \{\vec{e}_\alpha\} \subset L(A), \vec{e}_n \notin H_{n-1}(A).$$

В выбранном репере нулевого порядка R_0 скомпонованное распределение SH задается следующим образом:

$$\begin{aligned} \omega_i^n &= \Lambda_{iK}^n \omega^K, \ \omega_\alpha^n = \Lambda_{\alpha K}^n \omega^K, \\ \omega_i^\alpha &= \Lambda_{iK}^\alpha \omega^K, \ \omega_\alpha^i = \Lambda_{\alpha K}^i \omega^K, \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned} \nabla\Lambda_{iK}^n = \Lambda_{iKL}^n \omega^L, \ \nabla\Lambda_{\alpha K}^n = \Lambda_{\alpha KL}^n \omega^L, \\ \nabla\Lambda_{iK}^\alpha + \Lambda_{iK}^n \omega_n^\alpha = \Lambda_{iKL}^\alpha \omega^L, \ \nabla\Lambda_{\alpha K}^i + \Lambda_{\alpha K}^n \omega_n^i = \Lambda_{\alpha KL}^i \omega^L, \end{aligned} \tag{2}$$

где

$$\Gamma_1 = \{\Lambda_{iK}^n, \Lambda_{\alpha K}^n, \Lambda_{iK}^\alpha, \Lambda_{\alpha K}^i\}, \Gamma_2 = \{\Gamma_1, \Lambda_{iKL}^n, \Lambda_{\alpha KL}^n, \Lambda_{iKL}^\alpha, \Lambda_{\alpha KL}^i\}, \ldots -$$

последовательность фундаментальных геометрических объектов SH-распределения [5].

Имеет место теорема существования SH-распределения.

Теорема 1. *В n-мерном аффинном пространстве A_n скомпонованное гиперплоскостное распределение (SH-распределение) существует с произволом $m + (2m+1)(n-m-1)$ функций n аргументов.*

Доказательство. Действительно, чистое замыкание (2) системы (1) представим в виде

$$\nabla\Lambda_{iK}^n \wedge \omega^K = 0, \nabla\Lambda_{\alpha K}^n \wedge \omega^K = 0, \nabla\Lambda_{iK}^\alpha \wedge \omega^K = 0, \nabla\Lambda_{\alpha K}^i \wedge \omega^K = 0. \tag{3}$$

Полагая, что $m+(2m+1)(n-m-1)\equiv\mathcal{A}$, находим характеры [6] системы (3):

$$S_1=S_2=S_3=\ldots=S_n=\mathcal{A}.$$

Найдем далее число Картана [6] системы (3):

$$Q=S_1+2S_2+3S_3+\ldots+nS_n=\frac{n(n+1)}{2}\mathcal{A}.$$

Разрешая систему (3) по лемме Картана [6], находим:

$$\begin{gathered}\nabla\Lambda^n_{iK}=\Lambda^n_{iKL}\omega^L,\ \nabla\Lambda^n_{\alpha K}=\Lambda^n_{\alpha KL}\omega^L,\\ \nabla\Lambda^\alpha_{iK}=\Lambda^\alpha_{iKL}\omega^L,\ \nabla\Lambda^i_{\alpha K}=\Lambda^i_{\alpha KL}\omega^L.\end{gathered}\tag{4}$$

Число линейно независимых функций N, стоящих в правых частях системы (4), равно $N=\dfrac{n(n+1)}{2}\mathcal{A}$. Следовательно, $Q=N$ и система (2) находится в инволюции [6].

Произвол системы (2) определяется характером S_n. □

2. Поля нормализаций Нордена основных структурных подрасслоений *SH*-распределения в окрестности 1-го порядка

1. Из уравнений (1), (2) следует, что совокупности функций $\{\Lambda^n_{\sigma\rho}\}$, $\{\Lambda^n_{ij}\}$, $\{\Lambda^n_{\alpha\beta}\}$ образуют невырожденные тензоры 1-го порядка:

$$\nabla\Lambda^n_{\sigma\rho}=\Lambda^n_{\sigma\rho K}\omega^K,\ \nabla\Lambda^n_{ij}=\Lambda^n_{ijK}\omega^K,\ \nabla\Lambda^n_{\alpha\beta}=\Lambda^n_{\alpha\beta K}\omega^K,\tag{5}$$

которые являются соответственно основными (главными) фундаментальными тензорами 1-го порядка H-, Λ-, L-подрасслоений данного распределения $SH\subset A_n$.

Так как тензоры $\{\Lambda^n_{\sigma\rho}\}$, $\{\Lambda^n_{ij}\}$, $\{\Lambda^n_{\alpha\beta}\}$ невырожденные, то для них рассмотрим соответственно обращенные фундаментальные тензоры 1-го порядка $\{\Lambda^{\sigma\rho}_n\}$, $\{\Lambda^{ij}_n\}$, $\{\Lambda^{\alpha\beta}_n\}$, удовлетворяющие соотношениям

$$\begin{gathered}\Lambda^n_{\sigma\rho}\Lambda^{\rho\tau}_n=\delta^\tau_\sigma,\ \Lambda^n_{ij}\Lambda^{jk}_n=\delta^k_i,\ \Lambda^n_{\alpha\beta}\Lambda^{\beta\gamma}_n=\delta^\gamma_\alpha,\\ \Lambda^n_{\rho\sigma}\Lambda^{\tau\rho}_n=\delta^\tau_\sigma,\ \Lambda^n_{ji}\Lambda^{kj}_n=\delta^k_i,\ \Lambda^n_{\beta\alpha}\Lambda^{\gamma\beta}_n=\delta^\gamma_\alpha\end{gathered}\tag{6}$$

и уравнениям

$$\nabla\Lambda^{\sigma\rho}_n=\Lambda^{\sigma\rho}_{nK}\omega^K,\ \nabla\Lambda^{ij}_n=\Lambda^{ij}_{nK}\omega^K,\ \nabla\Lambda^{\alpha\beta}_n=\Lambda^{\alpha\beta}_n\omega^K.\tag{7}$$

Определение 2. Всякую инвариантную прямую $N_1(A)$ в данном центре A распределения SH назовем *нормалью 1-го рода* плоскости $H(A)$, если $N_1(A)\not\subset H(A)$, а инвариантную $(n-2)$-плоскость $N_{n-2}(A)\subset H(A)$, $A\not\subset N_{n-2}(A)$ назовем *нормалью 2-го рода* плоскости $H(A)$.

Таким образом, нормализацию Нордена $(N_1; N_{n-2})$ H-подрасслоения [7] данного SH-распределения зададим полями объектов $\{\nu_n^\sigma\}$ и $\{\nu_\sigma\}$:

$$\nabla\nu_n^\sigma + \omega_n^\sigma = \nu_{nK}^\sigma\omega^K, \nabla\nu_\sigma = \nu_{\sigma K}\omega^K. \tag{8}$$

Введем, учитывая (8), (2), соответствие Бомпьяни — Пантази [8] между нормалями 1-го рода $\{\nu_n^\rho\}$ и 2-го рода $\{\nu_\sigma\}$ Нордена H-подрасслоения:

$$\nu_\sigma = \Lambda_{\sigma\rho}^n\nu_n^\rho + t_\sigma, \tag{9}$$

где

$$t_\sigma \overset{\text{def}}{=} \Lambda_{\sigma n}^n, \nabla t_\sigma = \Lambda_{\sigma\rho}^n\omega_n^\rho + t_{\sigma K}\omega^K. \tag{10}$$

Учитывая (6), разрешим уравнения (9) относительно $\{\nu_n^\rho\}$:

$$\nu_n^\sigma = \Lambda_n^{\sigma\rho}\nu_\rho + t_n^\sigma. \tag{11}$$

Здесь в силу формул (10), (7_1) имеем

$$t_n^\sigma \overset{\text{def}}{=} -\Lambda_n^{\sigma\rho}t_\rho, \nabla t_n^\sigma + \omega_n^\sigma = t_{nK}^\sigma\omega^K. \tag{12}$$

Установим соответствие Бомпьяни — Пантази [8] между нормалями 1-го и 2-го рода Λ-, L-подрасслоений данного SH-распределения. Прежде всего, учитывая (1), (2), (6), (10), непосредственной проверкой убеждаемся, что функции

$$t_n^i \overset{\text{def}}{=} -\Lambda_n^{ij}t_j - \Lambda_n^{i\alpha}t_\alpha, t_n^\alpha \overset{\text{def}}{=} -\Lambda_n^{\alpha\beta}t_\beta - \Lambda_n^{\alpha i}t_i$$

удовлетворяют уравнениям

$$\nabla t_n^i + \omega_n^i = t_{nK}^i\omega^K, \nabla t_n^\alpha + \omega_n^\alpha = t_{nK}^\alpha\omega^K. \tag{13}$$

Предварительно построим ряд функций 1-го порядка, дифференциальные уравнения которых найдем, используя (5—8), (10), (12):

$$\begin{gathered}
\mathfrak{T}_i \overset{\text{def}}{=} t_i + \Lambda_{i\beta}^n t_n^\beta, \nabla\mathfrak{T}_i \equiv \Lambda_{ij}^n\omega_n^j;\\
\mathfrak{T}_\alpha \overset{\text{def}}{=} t_\alpha + \Lambda_{\alpha j}^n t_n^j, \nabla\mathfrak{T}_\alpha \equiv \Lambda_{\alpha\beta}^n\omega_n^\beta;\\
\mathfrak{T}_n^i \overset{\text{def}}{=} -\Lambda_n^{ij}\mathfrak{T}_j, \nabla\mathfrak{T}_n^i + \omega_n^i \equiv \mathfrak{T}_{nK}^i\omega^K;\\
\mathfrak{T}_n^\alpha \overset{\text{def}}{=} -\Lambda_n^{\alpha\beta}\mathfrak{T}_\beta, \nabla\mathfrak{T}_n^\alpha + \omega_n^\alpha \equiv \mathfrak{T}_{nK}^\alpha\omega^K.
\end{gathered} \tag{14}$$

Соответствие Бомпьяни — Пантази между нормалями 1-го и 2-го рода Нордена Λ-, L-подрасслоений согласно соотношениям (5), (6), (8), (13), (14) принимает следующий вид:

$$\nu_n^i = \Lambda_n^{ij}\nu_j + \mathfrak{T}_n^i, \nu_i = \Lambda_{ij}^n\nu_n^j + \mathfrak{T}_i, \tag{15}$$

$$\nu_n^\alpha = \Lambda_n^{\alpha\beta}\nu_\beta + \mathfrak{T}_n^\alpha, \nu_\alpha = \Lambda_{\alpha\beta}^n\nu_n^\beta + \mathfrak{T}_\alpha. \tag{16}$$

2. Поля (14) квазитензоров $\{\mathfrak{T}_n^i\}$, $\{\mathfrak{T}_n^\alpha\}$ и поле

$$\nabla\mathfrak{T}_n^\sigma + \omega_n^\sigma = \mathfrak{T}_{nK}^\sigma \omega^K \qquad (17)$$

квазитензора $\{\mathfrak{T}_n^\sigma\} \overset{\text{def}}{=} \{\mathfrak{T}_n^i; \mathfrak{T}_n^\alpha\}$ задают поля нормалей 1-го рода $\{\mathfrak{T}_{n-m};$ $\mathfrak{T}_{m+1}; \mathfrak{T}_1\}$ соответственно Λ-, *L*-, *H*-подрасслоений *SH*-распределения. В силу биекций (9), (15) Бомпьяни — Пантази находим поля нормалей 2-го рода Λ-, *L*-, *H*-подрасслоений:

$$\begin{aligned} t_{m-1} : \mathfrak{F}_i &\overset{\text{def}}{=} \Lambda_{ij}^n \mathfrak{T}_n^j + \mathfrak{T}_i,\ \nabla\mathfrak{F}_i = \mathfrak{F}_{iK}\omega^K, \\ t_{n-m-2} : \mathfrak{F}_\alpha &\overset{\text{def}}{=} \Lambda_{\alpha\beta}^n \mathfrak{T}_n^\beta + \mathfrak{T}_\alpha,\ \nabla\mathfrak{F}_\alpha = \mathfrak{F}_{\alpha K}\omega^K, \\ t_{n-2} : \mathfrak{F}_\sigma &\overset{\text{def}}{=} \Lambda_{\sigma\rho}^n \mathfrak{T}_n^\rho + t_\sigma,\ \nabla\mathfrak{F}_\sigma = \mathfrak{F}_{\sigma K}\omega^K. \end{aligned} \qquad (18)$$

Согласно (2), (7) охваты [5]

$$\nu_n^i = \Lambda_n^i \overset{\text{def}}{=} \frac{1}{n-m-1}\Lambda_{\alpha\beta}^i \Lambda_n^{\beta\alpha},$$

$$\nu_n^\alpha = \Lambda_n^\alpha \overset{\text{def}}{=} \frac{1}{m}\Lambda_{ij}^\alpha \Lambda_n^{ji},$$

$$\nu_n^\sigma = \Lambda_n^\sigma \overset{\text{def}}{=} \{\Lambda_n^i; \Lambda_n^\alpha\}$$

удовлетворяют уравнениям

$$\nabla\Lambda_n^i + \omega_n^i = \Lambda_{nK}^i\omega^K,\ \nabla\Lambda_n^\alpha + \omega_n^\alpha = \Lambda_{nK}^\alpha\omega^K,\ \nabla\Lambda_n^\sigma + \omega_n^\sigma = \Lambda_{nK}^\sigma\omega^K, \qquad (19)$$

которые задают поля нормалей 1-го рода $(\Lambda_{n-m}; \Lambda_{m+1}; \Lambda_1)$ в смысле Нордена соответственно Λ-, *L*-, *H*-подрасслоений данного *SH*-распределения.

В силу биекций (9), (15), (16) построим поля нормалей 2-го рода $(\lambda_{m-1}; \lambda_{n-m-2}; \lambda_{n-2})$ соответственно Λ-, *L*-, *H*-подрасслоений:

$$\begin{aligned} \lambda_{m-1} : \lambda_i &\overset{\text{def}}{=} \Lambda_{ij}^n \Lambda_n^j + \mathfrak{T}_i,\ \nabla\lambda_i = \lambda_{iK}\omega^K, \\ \lambda_{n-m-2} : \lambda_\alpha &\overset{\text{def}}{=} \Lambda_{\alpha\beta}^n \Lambda_n^\beta + \mathfrak{T}_\alpha,\ \nabla\lambda_\alpha = \lambda_{\alpha K}\omega^K, \\ \lambda_{n-2} : \lambda_\sigma &\overset{\text{def}}{=} \Lambda_{\sigma\rho}^n \Lambda_n^\rho + t_\sigma,\ \nabla\lambda_\sigma = \lambda_{\sigma K}\omega^K. \end{aligned}$$

Таким образом, справедлива

Теорема 2. *В дифференциальной окрестности 1-го порядка распределение* $SH \subset A_n$ *порождает внутренним инвариантным образом поля нормализаций* $(\mathfrak{T}_{n-m}; t_{m-1})$, $(\mathfrak{T}_{m+1}; t_{n-m-2})$, $(\mathfrak{T}_1; t_{n-2})$ *и* $(\Lambda_{n-m}; \lambda_{m-1})$, $(\Lambda_{m+1}; \lambda_{n-m-2})$, $(\Lambda_1; \lambda_{n-2})$ *в смысле Нордена соответственно* Λ-, *L*-, *H-подрасслоений.*

3. Построение нормализаций основных структурных подрасслоений *SH*-распределения в дифференциальной окрестности 2-го порядка

1. Рассмотрим построение нормализаций Нордена Λ-, *L*-, *H*-подрасслоений *SH*-распределения в дифференциальной окрестности 2-го порядка исходя из найденных ранее полей объектов 1-го порядка $\{t_n^\sigma\}$ (12), $\{\Lambda_n^\sigma\}$ (19_3), $\{\mathfrak{T}_n^\sigma\}$ (17).

Продолжая уравнение (12) и полагая $K=\rho$ и $K=n$, получим следующую систему уравнений:

$$\begin{gathered}\nabla t_{n\rho}^\sigma+(t_n^\sigma\Lambda_{\tau\rho}^n+t_n^\xi\Lambda_{\xi\rho}^n\delta_\tau^\sigma)\omega_n^\tau\equiv 0,\\ \nabla t_{nn}^\sigma-(t_{n\tau}^\sigma-t_n^\sigma\Lambda_{\tau n}^n-t_n^\xi\Lambda_{\xi n}^n\delta_\tau^\sigma)\omega_n^\tau\equiv 0.\end{gathered}\tag{20}$$

Введем а рассмотрение функции 2-го порядка

$$H_{n\rho}^\sigma=t_{n\rho}^\sigma-\Lambda_{\xi\rho}^n t_n^\xi t_n^\sigma,\tag{21}$$

которые в силу (5), (12), (20) удовлетворяют уравнениям

$$\nabla H_{n\rho}^\sigma\equiv 0.$$

В общем случае тензор $\{H_{n\rho}^\sigma\}$ 2-го порядка (21) невырожден и, следовательно, для него существует обратный тензор $\{\tilde{H}_\sigma^{n\rho}\}$:

$$H_{n\xi}^\sigma\tilde{H}_\rho^{n\xi}=\delta_\rho^\sigma,\ H_{n\rho}^\xi\tilde{H}_\xi^{n\sigma}=\delta_\rho^\sigma,\ \nabla\tilde{H}_\sigma^{n\rho}\equiv 0.$$

Далее построим квазитензор 2-го порядка

$$\mathfrak{A}_n^\rho=-\tilde{H}_\sigma^{n\rho}H_{nn}^\sigma,\ \nabla\mathfrak{A}_n^\rho+\omega_n^\rho=\mathfrak{A}_{nK}^\rho\omega^K,\tag{22}$$

где

$$H_{nn}^\sigma=t_{nn}^\sigma-t_p t_n^\sigma t_n^\rho,\ \nabla H_{nn}^\sigma\equiv H_{n\rho}^\sigma\omega_n^\rho.\tag{23}$$

Непосредственной проверкой убеждаемся, что функции $\{\mathfrak{A}_n^i\}$, $\{\mathfrak{A}_n^\alpha\}$ удовлетворяют уравнениям

$$\nabla\mathfrak{A}_n^i+\omega_n^i=\mathfrak{A}_{nK}^i\omega^K,\ \nabla\mathfrak{A}_n^\alpha+\omega_n^\alpha=\mathfrak{A}_{nK}^\alpha\omega^K,\tag{24}$$

то есть являются подобъектами объекта $\{\mathfrak{A}_n^\rho\}=\{\mathfrak{A}_n^i;\mathfrak{A}_n^\alpha\}$. Поля квазитензоров $\{\mathfrak{A}_n^\rho\}$ (22), $\{\mathfrak{A}_n^i\}$ (24), $\{\mathfrak{A}_n^\alpha\}$ (24) задают соответственно поля нормалей $(\mathfrak{A}_1;\mathfrak{A}_{n-m};\mathfrak{A}_{m+1})$ 1-го рода *H*-, Λ-, *L*-подрасслоений *SH*-распределения в дифференциальной окрестности 2-го порядка.

В силу биекций Бомпьяни — Пантази (9), (15), (16) находим поля нормалей 2-го рода *H*-, Λ-, *L*-подрасслоений *SH*-распределения, соответствующие полям нормалей 1-го рода этих подрасслоений:

$$\begin{aligned}
\mathcal{A}_{n-2} : \mathcal{A}_\sigma &\overset{\text{def}}{=} \Lambda^n_{\sigma\rho}\mathfrak{A}^\rho_n + t_\sigma,\ \nabla\mathcal{A}_\sigma = \mathcal{A}_{\sigma K}\omega^K,\\
\mathcal{A}_{m-1} : \mathcal{A}_i &\overset{\text{def}}{=} \Lambda^n_{ij}\mathfrak{A}^j_n + \mathfrak{T}_i,\ \nabla\mathcal{A}_i = \mathcal{A}_{iK}\omega^K,\\
\mathcal{A}_{n-m-2} : \mathcal{A}_\alpha &\overset{\text{def}}{=} \Lambda^n_{\alpha\beta}\mathfrak{A}^\beta_n + \mathfrak{T}_\alpha,\ \nabla\mathcal{A}_\alpha = \mathcal{A}_{\alpha K}\omega^K.
\end{aligned} \tag{25}$$

Резюмируя результаты этого пункта, приходим к выводу:

Теорема 3. *Поля нормализаций* $(\mathfrak{A}_1; \mathcal{A}_{n-2})$, $(\mathfrak{A}_{n-m}; \mathcal{A}_{m-1})$, $(\mathfrak{A}_{m+1}; \mathcal{A}_{n-m-2})$ *Нордена H-, Λ-, L-подрасслоений SH-распределения внутренним инвариантным образом определены в дифференциальной окрестности 2-го порядка.*

2. Пусть задано поле (19_3) нормалей 1-го рода λ_1 H-подрасслоения. Следуя построениям (18—25) (см. п. 1) последовательно получаем:

$$\nabla\Lambda^\sigma_{n\rho} + (\Lambda^\sigma_n\Lambda^n_{\tau\rho} + \Lambda^\xi_n\Lambda^n_{\xi\rho}\delta^\sigma_\tau)\omega^\tau_n \equiv 0,$$

$$\nabla\Lambda^\sigma_{nn} - (\Lambda^\sigma_{n\rho} - \Lambda^\sigma_n t_\rho - t_\xi\Lambda^\xi_n\delta^\sigma_\rho)\omega^\rho_n \equiv 0,$$

$$B^\sigma_{n\rho} = \Lambda^\sigma_{n\rho} - \Lambda^\sigma_{\xi\rho}\Lambda^\xi_n\Lambda^\sigma_n,\ \nabla B^\sigma_{n\rho} \equiv 0,$$

$$B^\sigma_{n\xi}\tilde{B}^{n\xi}_\rho = \delta^\sigma_\rho,\ B^\tau_{n\rho}\tilde{B}^{n\sigma}_\tau = \delta^\sigma_\rho,\ \nabla\tilde{B}^{n\sigma}_\rho \equiv 0, \tag{26}$$

$$B^\sigma_{nn} = \Lambda^\sigma_{nn} - t_\rho\Lambda^\rho_n\Lambda^\sigma_n,\ \nabla B^\sigma_{nn} \equiv B^\sigma_{n\rho}\omega^\rho_n. \tag{27}$$

Согласно уравнениям (26), (27) определяем, что совокупность функций

$$\mathfrak{B}^\rho_n = -\tilde{B}^{n\rho}_\sigma B^\sigma_{nn},\ \nabla\mathfrak{B}^\rho_n + \omega^\rho_n = \mathfrak{B}^\rho_{nK}\omega^K \tag{28}$$

образует квазитензор 2-го порядка. Из (28) следует, что величины $\{\mathfrak{B}^i_n\}$, $\{\mathfrak{B}^\alpha_n\}$ также являются квазитензорами 2-го порядка. В силу биекций Бомпьяни — Пантази (9), (15), (16) квазитензорам $\{\mathfrak{B}^\sigma_n\}$, $\{\mathfrak{B}^i_n\}$, $\{\mathfrak{B}^\alpha_n\}$ поставим в соответствие тензоры 2-го порядка

$$\begin{aligned}
\mathcal{B}_\sigma &\overset{\text{def}}{=} \Lambda^n_{\sigma\rho}\mathfrak{B}^\rho_n + t_\sigma,\ \nabla\mathcal{B}_\sigma = \mathcal{B}_{\sigma K}\omega^K,\\
\mathcal{B}_i &\overset{\text{def}}{=} \Lambda^n_{ij}\mathfrak{B}^j_n + \mathfrak{T}_i,\ \nabla\mathcal{B}_i = \mathcal{B}_{iK}\omega^K,\\
\mathcal{B}_\alpha &\overset{\text{def}}{=} \Lambda^n_{\alpha\beta}\mathfrak{B}^\beta_n + \mathfrak{T}_\alpha,\ \nabla\mathcal{B}_\alpha = \mathcal{B}_{\alpha K}\omega^K,
\end{aligned} \tag{29}$$

поля (29) которых задают поля нормалей 2-го рода $(\mathcal{B}_{n-2}; \mathcal{B}_{m-1}; \mathcal{B}_{n-m-2})$ Нордена соответственно H-, Λ-, L-подрасслоений SH-распределения.

Следовательно, имеет место

Теорема 4. *SH-распределение внутренним инвариантным образом порождает поля нормализаций* $(\mathfrak{B}_1; \mathcal{B}_{n-2})$, $(\mathfrak{B}_{n-m}; \mathcal{B}_{m-1})$, $(\mathfrak{B}_{m+1}; \mathcal{B}_{n-m-2})$ *Нордена его структурных H-, Λ-, L-подрасслоений в дифференциальной окрестности 2-го порядка.*

3. Аналогично (см. п. 1 и 2 этого раздела) проведем построение нормализаций Нордена H-, Λ-, L-подрасслоений, исходя из задания поля нормалей 1-го рода (17) H-подрасслоения. Таким образом, получаем следующую последовательность уравнений:

$$\nabla\mathfrak{T}^{\sigma}_{n\rho}+(\mathfrak{T}^{\sigma}_{n}\Lambda^{n}_{\tau\rho}+\Lambda^{n}_{\xi\rho}\mathfrak{T}^{\xi}_{n}\delta^{\sigma}_{\tau})\omega^{\tau}_{n}\equiv 0,$$

$$\nabla\mathfrak{T}^{\sigma}_{nn}-(\mathfrak{T}^{\sigma}_{n\tau}-\mathfrak{T}^{\sigma}_{n}t_{\tau}-t_{\xi}\mathfrak{T}^{\xi}_{n}\delta^{\sigma}_{\tau})\omega^{\tau}_{n}\equiv 0,$$

$$\mathcal{C}^{\sigma}_{n\rho}\overset{\text{def}}{=}\mathfrak{T}^{\sigma}_{n\rho}-\Lambda^{\sigma}_{\xi\rho}\mathfrak{T}^{\xi}_{n}\mathfrak{T}^{\sigma}_{n},\ \nabla\mathcal{C}^{\sigma}_{n\rho}\equiv 0,$$

$$\mathcal{C}^{\sigma}_{n\xi}\tilde{\mathcal{C}}^{n\xi}_{\rho}=\delta^{\sigma}_{\rho},\ \mathcal{C}^{\tau}_{n\rho}\tilde{\mathcal{C}}^{n\sigma}_{\tau}=\delta^{\sigma}_{\rho},\ \nabla\tilde{\mathcal{C}}^{n\xi}_{\rho}\equiv 0,$$

$$\mathcal{C}^{\sigma}_{nn}\overset{\text{def}}{=}\mathfrak{T}^{\sigma}_{nn}-t_{\xi}\mathfrak{T}^{\xi}_{n}\mathfrak{T}^{\sigma}_{n},\ \nabla\mathcal{C}^{\sigma}_{nn}\equiv\mathcal{C}^{\sigma}_{n\rho}\omega^{\rho}_{n},$$

$$\mathcal{C}^{\rho}_{n}\overset{\text{def}}{=}-\tilde{\mathcal{C}}^{n\rho}_{n}\mathcal{C}^{\sigma}_{nn},\ \nabla\mathcal{C}^{\rho}_{n}+\omega^{\rho}_{n}\equiv\mathcal{C}^{\rho}_{nK}\omega^{K},\tag{30}$$

$$\mathcal{C}^{i}_{n}+\omega^{i}_{n}=\mathcal{C}^{i}_{nK}\omega^{K},\ \nabla\mathcal{C}^{\alpha}_{n}+\omega^{\alpha}_{n}\equiv\mathcal{C}^{\alpha}_{nK}\omega^{K}.\tag{31}$$

Поля (30), (31) объектов $\{\mathcal{C}^{\sigma}_{n}\}$, $\{\mathcal{C}^{i}_{n}\}$, $\{\mathcal{C}^{\alpha}_{n}\}$ задают соответственно поля нормалей 1-го рода $(\mathcal{C}_1;\mathcal{C}_{n-m};\mathcal{C}_{m+1})$ H-, Λ-, L-подрасслоений, которым в биекции Бомпьяни — Пантази соответствуют поля нормалей 2-го рода H-, Λ-, L-подрасслоений:

$$\mathcal{C}_{n-2}:\ \mathcal{C}_{\sigma}\overset{\text{def}}{=}\Lambda^{n}_{\sigma\rho}\mathcal{C}^{\rho}_{n}+t_{\sigma},\ \nabla\mathcal{C}_{\sigma}=\mathcal{C}_{\sigma K}\omega^{K},$$

$$\mathcal{C}_{m-1}:\mathcal{C}_{i}\overset{\text{def}}{=}\Lambda^{n}_{ij}\mathcal{C}^{j}_{n}+\mathfrak{T}_{i},\ \nabla\mathcal{C}_{i}=\mathcal{C}_{iK}\omega^{K},$$

$$\mathcal{C}_{n-m-2}:\mathcal{C}_{\alpha}\overset{\text{def}}{=}\Lambda^{n}_{\alpha\beta}\mathcal{C}^{\beta}_{n}+\mathfrak{T}_{\alpha},\ \nabla\mathcal{C}_{\alpha}=\mathcal{C}_{\alpha K}\omega^{K}.$$

В результате приходим к выводу.

Теорема 5. *Нормализации* $(\mathcal{C}_1;c_{n-2})$, $(\mathcal{C}_{n-m};c_{m-1})$, $(\mathcal{C}_{m+1};c_{n-m-2})$ *Нордена H-, Λ-, L-подрасслоений внутренним инвариантным образом определены в дифференциальной окрестности 2-го порядка элемента SH-распределения.*

4. Задание нормальных и касательных аффинных связностей на оснащенном *SH*-распределении

1. Адаптируем репер R_0 полю нормалей $N_1(A)$ 1-го рода H-подрасслоения данного SH-распределения, выбирая вектор $\vec{e}_n\parallel N_1(A)$. В этом случае

$$\omega^{i}_{n}=\Lambda^{i}_{nK}\omega^{K},\ \omega^{\alpha}_{n}=\Lambda^{\alpha}_{nK}\omega^{K},\tag{32}$$

а поле нормалей 1-го рода $N_1(A)$ H-подрасслоения определяется уравнениями

$$\nabla\Lambda^{i}_{nK}\equiv 0,\ \nabla\Lambda^{\alpha}_{nK}\equiv 0.\tag{33}$$

Репер, в котором выполняются условия (32), (33), является репером 1-го порядка R_1 [5]. Относительно репера R_1 уравнения (1), (2), (32), (33) задают скомпонованное распределение $SH \subset A_n$, оснащенное полем нормалей 1-го рода $N_1(A)$ порядка $t \geqslant 2$.

При фиксации точки $A \overset{\text{def}}{=} x$ (центра SH-распределения) плоскости

$$T_{n-1}(x) \overset{\text{def}}{=} H_{n-1}(x),\ T_m(x) \overset{\text{def}}{=} \Lambda_m(x),\ T_{n-m-1}(x) \overset{\text{def}}{=} L_{n-m-1}(x),$$
$$N_1(x),\ N_{n-m}(x) \overset{\text{def}}{=} [N_1; L_{n-m-1}],\ N_{m+1}(x) \overset{\text{def}}{=} [N_1; \Lambda_m]$$

остаются неподвижными. Следовательно, SH-распределение порождает нормальные

$$N_1(A_n),\ N_{n-m}(A_n),\ N_{m+1}(A_n)$$

и касательные

$$T_{n-1}(A_n),\ T_m(A_n),\ T_{n-m-1}(A_n)$$

подрасслоения [9].

Структурные уравнения касательного расслоения $T_{n-1}(A_n)$ в силу формул (1), (2), (32), (33) имеют следующий вид:

$$d\omega^K = \omega^L \wedge \omega_L^K,\ d\omega_j^i = \omega_j^k \wedge \omega_k^i + \Omega_j^i,\ d\omega_\alpha^\beta = \omega_\alpha^\gamma \wedge \omega_\gamma^\beta + \Omega_\alpha^\beta,$$
$$d\omega_\alpha^i = \omega_\alpha^\sigma \wedge \omega_\sigma^i + \Omega_\alpha^i,\ d\omega_i^\alpha = \omega_i^\sigma \wedge \omega_\sigma^\alpha + \Omega_i^\alpha,$$

где

$$\begin{gathered}
\Omega_j^i = (\Lambda_{j[L}^n \Lambda_{|n|K]}^i + \Lambda_{j[L}^\alpha \Lambda_{|\alpha|K]}^i)\omega^L \wedge \omega^K = R_{jLK}^i \omega^L \wedge \omega^K,\\
\Omega_\alpha^\beta = \omega_\alpha^n \wedge \omega_n^\beta + \omega_\alpha^i \wedge \omega_i^\beta =\\
= (\Lambda_{\alpha[L}^n \Lambda_{|n|K]}^\beta + \Lambda_{\alpha[L}^i \Lambda_{|i|K]}^\beta)\omega^L \wedge \omega^K = R_{\alpha LK}^\beta \omega^L \wedge \omega^K,\\
\Omega_\alpha^i = \Lambda_{\alpha[L}^n \Lambda_{|n|K]}^i \omega^L \wedge \omega^K = R_{\alpha LK}^i \omega^L \wedge \omega^K,\\
\Omega_i^\alpha = \Lambda_{i[L}^n \Lambda_{|n|K]}^\alpha \omega^L \wedge \omega^K = R_{iLK}^\alpha \omega^L \wedge \omega^K,
\end{gathered} \tag{34}$$

$$\begin{gathered}
R_{jLK}^i = \Lambda_{j[L}^n \Lambda_{|n|K]}^i + \Lambda_{j[L}^\alpha \Lambda_{|\alpha|K]}^i,\\
R_{\alpha LK}^\beta = \Lambda_{\alpha[L}^n \Lambda_{|n|K]}^\beta + \Lambda_{\alpha[L}^i \Lambda_{|i|K]}^\beta,\\
R_{\alpha LK}^i = \Lambda_{\alpha[L}^n \Lambda_{|n|K]}^i,\\
R_{iLK}^\alpha = \Lambda_{i[L}^n \Lambda_{|n|K]}^\alpha.
\end{gathered} \tag{35}$$

Определение 3. Следуя работам [5; 9], делаем вывод, что в касательном расслоении $T_{n-1}(A_n)$ (H-подрасслоении) возникает аффинная связность γ без кручения с формами связности $\{\omega^K; \omega_\rho^\sigma\}$. Эту связность назовем *касательной аффинной связностью* γ оснащенного SH-распределения.

Теорема 6. *В дифференциальной окрестности порядка* $t \geqslant 2$ *в касательном расслоении* $T_{n-1}(A_n)$ *(в H-подрасслоении) оснащенное SH-распределение индуцирует касательную аффинную связность* γ *с формами связности* $\{\omega^K; \omega_\rho^\sigma\}$ *и 2-формами кривизны* (34). *Компоненты тензора кривизны* $R_{\sigma LK}^\rho = \{R_{\alpha LK}^\beta; R_{jLK}^i; R_{\alpha LK}^i; R_{iLK}^\alpha\}$ *касательной аффинной связности* γ *имеют строение* (35).

Структурные уравнения нормального расслоения $N_1(A_n)$ (расслоения нормалей 1-го рода $N_1(A)$ H-подрасслоения) с учетом уравнений

(1), (2), (32) можно представить в виде

$$d\omega_n^n = \Omega_n^n,$$

где

$$\begin{aligned} \Omega_n^n &= \omega_n^i \wedge \omega_i^n + \omega_n^\alpha \wedge \omega_\alpha^n = \\ &= (\Lambda_{n[L}^i \Lambda_{|i|K]}^n + \Lambda_{n[L}^\alpha \Lambda_{|\alpha|K]}^n)\omega^L \wedge \omega^K = R_{nLK}^n \omega^L \wedge \omega^K, \end{aligned} \tag{36}$$

$$R_{nLK}^n = \Lambda_{n[L}^i \Lambda_{|i|K]}^n + \Lambda_{n[L}^\alpha \Lambda_{|\alpha|K]}^n. \tag{37}$$

Определение 4. Согласно работе [9] в нормальном расслоении $N_1(A_n)$ возникает центроаффинная связность $\gamma^\perp$ с формой связности $\{\omega_n^n\}$ и 2-формой кривизны Ω_n^n (36), которую назовем *нормальной аффинной связностью* $\gamma^\perp$.

Теорема 7. *В дифференциальной окрестности порядка* $t \geqslant 2$ *оснащенное SH-распределение индуцирует в расслоении* $N_1(A_n)$ *нормалей 1-го рода* $N_1(A)$ *H-подрасслоения нормальную аффинную связность* $\gamma^\perp$ *с формой связности* $\{\omega_n^n\}$ *и 2-формой кривизны* (36), *компоненты тензора кривизны* R_{nLK}^n *которой имеют строение* (37).

2. Аналогично (см. предыдущий п. 1) можно построить нормальную аффинную связность $\eta^\perp$ (центроаффинную связность) в расслоении $N_{n-m}(A_n)$ нормалей 1-го рода базисного Λ-подрасслоения *SH*-распределения.

Структурные уравнения нормального расслоения $N_{n-m}(A_n)$ имеют следующий вид:

$$d\omega_\alpha^\beta = \omega_\alpha^\gamma \wedge \omega_\gamma^\beta + \Omega_\alpha^\beta,$$
$$d\omega_\alpha^n = \omega_\alpha^n \wedge \omega_n^n + \omega_\alpha^\gamma \wedge \omega_\gamma^n + \omega_\alpha^i \wedge \omega_i^n = \omega_\alpha^{\hat\gamma} \wedge \omega_{\hat\gamma}^n + \Omega_\alpha^n,$$
$$d\omega_n^\alpha = \omega_n^\gamma \wedge \omega_\gamma^\alpha + \Omega_n^\alpha,\ d\omega_n^n = \Omega_n^n,$$

где

$$\Omega^{\beta}_{\alpha} = \omega^{n}_{\alpha} \wedge \omega^{\beta}_{n} + \omega^{i}_{\alpha} \wedge \omega^{\beta}_{i} =$$
$$= (\Lambda^{n}_{\alpha[L}\Lambda^{\beta}_{|n|K]} + \Lambda^{i}_{\alpha[L}\Lambda^{\beta}_{|i|K]})\omega^{L} \wedge \omega^{K} = R^{\beta}_{\alpha LK}\omega^{L} \wedge \omega^{K},$$
$$\Omega^{\alpha}_{n} = \Lambda^{i}_{\alpha[L}\Lambda^{\alpha}_{|i|K]}\omega^{L} \wedge \omega^{K} = R^{\alpha}_{nLK}\omega^{L} \wedge \omega^{K}, \quad (38)$$
$$\Omega^{n}_{\alpha} = \Lambda^{i}_{\alpha[L}\Lambda^{n}_{|i|K]}\omega^{L} \wedge \omega^{K} = R^{n}_{\alpha LK}\omega^{L} \wedge \omega^{K},$$
$$\Omega^{n}_{n} = (\Lambda^{i}_{n[L}\Lambda^{n}_{|i|K]} + \Lambda^{\alpha}_{n[L}\Lambda^{n}_{|\alpha|K]})\omega^{L} \wedge \omega^{K} = R^{n}_{nLK}\omega^{L} \wedge \omega^{K},$$

$$R^{\beta}_{\alpha LK} = \Lambda^{n}_{\alpha[L}\Lambda^{\beta}_{|n|K]} + \Lambda^{i}_{\alpha[L}\Lambda^{\beta}_{|i|K]},$$
$$R^{\alpha}_{nLK} = \Lambda^{i}_{n[L}\Lambda^{\alpha}_{|i|K]},\ R^{n}_{\alpha LK} = \Lambda^{i}_{\alpha[L}\Lambda^{n}_{|i|K]}, \quad (39)$$
$$R^{n}_{nLK} = \Lambda^{i}_{n[L}\Lambda^{n}_{|i|K]} + \Lambda^{\alpha}_{n[L}\Lambda^{n}_{|\alpha|K]}.$$

Теорема 8. *В дифференциальной окрестности порядка* $t \geqslant 2$ *оснащенное SH-распределение индуцирует в расслоении* $N_{n-m}(A_n)$ *нормалей 1-го рода Λ-подрасслоения нормальную (центроаффинную) связность* $\eta^{\perp}$ *с формами связности* $\{\omega^{\hat{\gamma}}_{\hat{\alpha}}\}$ *и 2-формами кривизны* (38). *Компоненты тензора кривизны* $R^{\hat{\beta}}_{\hat{\alpha}LK}$ *связности* $\eta^{\perp}$ *имеют строение* (39).

Структурные уравнения касательного расслоения $T_m(A_n)$ (Λ-подрасслоения) с учетом уравнений (1), (2), (32) можно представить в виде

$$d\omega^{K} = \omega^{L} \wedge \omega^{K}_{L},\ d\omega^{i}_{j} = \omega^{k}_{j} \wedge \omega^{i}_{k} + \Omega^{i}_{j},$$

где

$$\Omega^{i}_{j} = (\Lambda^{\alpha}_{j[L}\Lambda^{i}_{|\alpha|K]} + \Lambda^{n}_{j[L}\Lambda^{i}_{|n|K]})\omega^{L} \wedge \omega^{K} = R^{i}_{jLK}\omega^{L} \wedge \omega^{K}, \quad (40)$$

$$R^{i}_{jLK} = \Lambda^{\alpha}_{j[L}\Lambda^{i}_{|\alpha|K]} + \Lambda^{n}_{j[L}\Lambda^{i}_{|n|K]}. \quad (41)$$

Теорема 9. *Оснащенное SH-распределение в дифференциальной окрестности порядка* $t \geqslant 2$ *индуцирует внутреннюю нормальную аффинную связность* η *в касательном расслоении* $T_m(A_n)$ *с формами связности* $\{\omega^{K}, \omega^{i}_{j}\}$ *и 2-формами кривизны* (40). *Компоненты тензора кривизны* R^{i}_{jLK} *связности* η *имеют строение* (41).

3. Построим связность $\vartheta^{\perp}$ в расслоении $N_{m+1}(A_n)$ нормалей 1-го рода L-подрасслоения данного SH-распределения. Структурные уравнения нормального расслоения $N_{m+1}(A_n)$ имеют следующий вид:

$$d\omega^{i}_{j} = \omega^{k}_{j} \wedge \omega^{i}_{k} + \Omega^{i}_{j},\ d\omega^{n}_{n} = \Omega^{n}_{n},$$
$$d\omega^{i}_{n} = \omega^{\hat{j}}_{n} \wedge \omega^{i}_{\hat{j}} + \Omega^{i}_{n},\ d\omega^{n}_{i} = \omega^{\hat{j}}_{i} \wedge \omega^{n}_{\hat{j}} + \Omega^{n}_{i},$$

где

$$\begin{gathered}\Omega_j^i=(\Lambda_{j[L}^n\Lambda_{|n|K]}^i+\Lambda_{j[L}^\alpha\Lambda_{|\alpha|K]}^i)\omega^L\wedge\omega^K=R_{jLK}^i\omega^L\wedge\omega^K,\\ \Omega_n^i=\Lambda_{n[L}^\alpha\Lambda_{|\alpha|K]}^i\omega^L\wedge\omega^K=R_{nLK}^i\omega^L\wedge\omega^K,\\ \Omega_i^n=\Lambda_{i[L}^\gamma\Lambda_{|\gamma|K]}^n\omega^L\wedge\omega^K=R_{iLK}^n\omega^L\wedge\omega^K,\\ \Omega_n^n=(\Lambda_{n[L}^i\Lambda_{|i|K]}^n+\Lambda_{n[L}^\alpha\Lambda_{|\alpha|K]}^n)\omega^L\wedge\omega^K=R_{nLK}^n\omega^L\wedge\omega^K,\end{gathered}\tag{42}$$

$$\begin{gathered}R_{jLK}^i=\Lambda_{j[L}^n\Lambda_{|n|K]}^i+\Lambda_{j[L}^n\Lambda_{|n|K]}^i,\\ R_{nLK}^i=\Lambda_{n[L}^\alpha\Lambda_{|\alpha|K]}^i,\ R_{iLK}^n=\Lambda_{i[L}^\alpha\Lambda_{|\alpha|K]}^n,\\ R_{nLK}^n=\Lambda_{n[L}^i\Lambda_{|i|K]}^n+\Lambda_{n[L}^\alpha\Lambda_{|\alpha|K]}^n.\end{gathered}\tag{43}$$

Теорема 10. *Оснащенное SH-распределение индуцирует внутреннюю нормальную аффинную связность* $\vartheta^\perp$ *в расслоении* $N_{m+1}(A_n)$ *нормалей 1-го рода L-подрасслоения с формами связности* $\{\omega_{\hat{j}}^{\hat{i}}\}$ *и 2-формой кривизны* $\{\Omega_{\hat{j}}^{\hat{i}}\}$ (42). *Компоненты тензора кривизны* $R_{\hat{j}LK}^{\hat{i}}$ *имеют строение* (43).

Структурные уравнения касательного расслоения $T_{n-m-1}(A_n)$ (L-подрасслоения) имеют вид

$$d\omega^K=\omega^L\wedge\omega_L^K,\ d\omega_\alpha^\beta=\omega_\alpha^\gamma\wedge\omega_\gamma^\beta+\Omega_\alpha^\beta,$$

где

$$\Omega_\alpha^\beta=(\Lambda_{\alpha[L}^n\Lambda_{|n|K]}^\beta+\Lambda_{\alpha[L}^i\Lambda_{|i|K]}^\beta)\omega^L\wedge\omega^K=R_{\alpha LK}^\beta\omega^L\wedge\omega^K,\tag{44}$$

$$R_{\alpha LK}^\beta=\Lambda_{\alpha[L}^n\Lambda_{|n|K]}^\beta+\Lambda_{\alpha[L}^i\Lambda_{|i|K]}^\beta.\tag{45}$$

Теорема 11. *В дифференциальной окрестности порядка* $t\geqslant 2$ *оснащенное SH-распределение индуцирует внутреннюю аффинную связность* ϑ *в касательном расслоении* $T_{n-m-1}(A_n)$ *(L-подрасслоении) с формами связности* $\{\omega^K,\omega_\alpha^\beta\}$ *и 2-формами кривизны* (44). *Компоненты тензора кривизны* $R_{\alpha LK}^\beta$ *связности* ϑ *имеют строение* (45).

Список литературы

1. *Попов Ю.И.* О проективно-дифференциальной геометрии двухсоставного гиперполосного распределения $H_{m,n-1}^r$ // Тез. докл. 7-й Всесоюзной конф. по современным проблемам геометрии. Минск, 1979. С. 160.

2. *Попов Ю.И.* Скомпонованные трехсоставные распределения проективного пространства // Дифференциальная геометрия многообразий фигур. Калининград, 1989. Вып. 20. С. 73—96.

3. *Попов Ю.И.* Основы теории трехсоставных распределений проективного пространства. СПб., 1992.

4. *Попов Ю.И.* Регулярные гиперполосы аффинного пространства : учебное пособие. Калининград, 2011.

5. *Лаптев Г.Ф.* Дифференциальная геометрия погруженных многообразий. Теоретико-групповой метод дифференциально-геометрических исследований // Тр. Московского математического общества. 1953. Т. 2. С. 275—382.

6. *Фиников С.П.* Метод внешних форм Картана в дифференциальной геометрии. М. ; Л., 1948.

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

8. *Лаптев Г.Ф., Остиану Н.М.* Распределения m-мерных линейных элементов в пространстве проективной связности. I // Тр. Геом. семинара. ВИНИТИ АН СССР. М., 1971. Т. 3. С. 49—94.

9. *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

Prof. Yuri I. Popov, I. Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: yurij.popoff2015@yandex.ru