УДК 514.76

Ю. И. Попов[1]

[1] *Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия*
yurij.popoff2015@yandex.ru
doi: 10.5922/0321-4796-2020-51-12

Поля геометрических объектов, ассоциированных со скомпонованным гиперплоскостным $\mathcal{H}(\Lambda_{n-2}, L_1)$-распределением аффинного пространства

В данной работе рассмотрены фокальные многообразия, ассоциированные с $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределением аффинного пространства. В нормальных и касательных расслоениях L-, Λ-, H-подрасслоений введены аффинные (внутренние) связности и нормальные центроаффинные связности соответственно. Найдены тензоры кривизны полученных связностей.

Ключевые слова: расслоение, подрасслоение, фокальное многообразие расслоения, 2-форма кривизны, тензор кривизны, нормальная центроаффиная связность, внутренняя аффинная связность.

В работе используется следующая схема индексов:

$$I, J, K = \overline{1, n}; \alpha, \beta, \gamma = \overline{2, n-1}; \xi, \eta = \{1, n\};$$
$$i, j, k = \overline{1, n-1}; a, b = \overline{2, n}.$$

1. Фокальные многообразия, ассоциированные с $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределением аффинного пространства

Известно [1], что скомпанованное распределение-$\mathcal{H}(\Lambda_{n-2}, L_1)$ аффинного пространства (в дальнейшем кратко $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределение) задается системой уравнений

Поступила в редакцию 22.05.2020 г.

$$\omega_1^n = \Lambda_{1K}^n \omega^K, \ \omega_1^\alpha = \Lambda_{1K}^\alpha \omega^K, \ \omega_\alpha^n = \Lambda_{\alpha K}^n \omega^K, \ \omega_\alpha^1 = \Lambda_{\alpha K}^1 \omega^K, \quad (1)$$

коэффициенты которой удовлетворяют соответственно уравнениям

$$\begin{gathered} \nabla \Lambda_{1K}^n = \Lambda_{1KL}^n \omega^L, \ \nabla \Lambda_{1K}^\alpha + \Lambda_{1K}^n \omega_n^\alpha = \Lambda_{1KL}^\alpha \omega^L, \\ \nabla \Lambda_{\alpha K}^n = \Lambda_{\alpha KL}^n \omega^L, \ \nabla \Lambda_{\alpha K}^1 + \Lambda_{\alpha K}^n \omega_n^1 = \Lambda_{\alpha KL}^1 \omega^L. \end{gathered} \quad (2)$$

Имеет место теорема существования $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределения:

Теорема 1. *$\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределение существует с произволом $(3n-5)$ функций n аргументов.*

Действительно, с одной стороны, утверждение теоремы 1 непосредственно следует из уравнений (1). С другой стороны, теорема 1 является при $m = n - 2$ следствием теоремы 1 [1].

Определение 1. *Фокальной точкой* текущего элемента $H(L)$-распределения с центром в точке A, соответствующей определенному направлению смещения центра A, называется точка F этого элемента, которая принадлежит также (с точностью до величины первого порядка малости) соседнему элементу этого распределения, получаемого смещением центра A в данном направлении (фокальном направлении, соответствующем данной точке F) [2].

Среди фокальных многообразий, ассоциированных с L-распределением, выделим прежде всего характеристику гиперплоскости $H(L)$ при смещении центра по кривым, принадлежащим L-распределению. Найдем уравнения, определяющие это фокальное многообразие. Относительно репера R_0, присоединенного к текущей точке A $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределения, конечное уравнение плоскости имеет вид

$$y^n = 0. \quad (3)$$

Точка $F \in H(A)$ определяется координатами y^J, удовлетворяющими уравнению (3). При смещении H-плоскости вдоль некоторого направления точка F перейдет в новую точку $\tilde{F}$, координаты $\tilde{y}^J$ которой относительно исходной системы координат определяются соотношениями [2]

$$\tilde{y}^J = y^J - \omega_K^J y^K .$$

Потребовав, чтобы точки $\tilde{F}$ принадлежали исходной плоскости $H(A)$, получим

$$y^1 \omega_1^n + y^\alpha \omega_\alpha^n = 0, \; y^n = 0 .$$

Систему уравнений теперь представим в виде

$$y^1 \Lambda_{1K}^n \omega^K + y^\alpha \Lambda_{\alpha K}^n \omega^K = 0, \; y^n = 0 .$$

При смещении центра вдоль кривых, принадлежащих L-распределению, многообразие фокальных точек F гиперплоскости $H(A)$ определяется системой уравнений

$$y^1 \Lambda_{11}^n + y^\alpha \Lambda_{\alpha 1}^n = 0, \; y^n = 0 . \tag{4}$$

Разделив уравнение (4_1) на объект Λ_n^{11}, получим

$$y^1 + y^\alpha \Lambda_\alpha^1 = 0, \; y^n = 0 , \tag{5}$$

где $\Lambda_\alpha^1 = \Lambda_{\alpha 1}^n / \Lambda_n^{11}$.

В репере R_1 величины Λ_α^1 удовлетворяют уравнениям

$$\nabla \Lambda_\alpha^1 = M_{\alpha K}^1 \omega^K . \tag{6}$$

В общем случае, то есть когда ранг системы (4) максимальный (ранг системы равен двум), эта система в гиперплоскости $H(A)$ определяет $(n-2)$-мерную плоскость $\Lambda(A)$, проходящую через центр A. Плоскость $\Lambda(A)$ (5) является характеристикой гиперплоскости $H(A)$ при смещении центра A по кривым, принадлежащим L-распределению. Таким образом, тензор $\left\{\Lambda_\alpha^1\right\}$ первого порядка является структурным объектом поля плоскостей $\Lambda(A)$, и система (6) дифференциальных уравнений определяет поле Λ-плоскостей.

Определение 2. Геометрические образы, принадлежащие текущей плоскости H, которые ассоциируются с L-распределением, будем называть *HL-виртуальными геометрическими образами* [3].

Поскольку плоскость $\Lambda(A)$ и прямая $L(A)$ имеют лишь одну общую точку A, то плоскость $\Lambda(A)$ можно интерпретировать как $H(L)$-виртуальную нормаль 1-го рода прямой $L(A)$ внутри гиперплоскости $H(A)$.

Итак, поле тензора $\{\Lambda_\alpha^1\}$ определяет поле $H(L)$-виртуальных нормалей 1-го рода L-распределения.

Поле нормалей 1-го рода (поле прямых ν) $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределения в аффинном пространстве A_n определяется полем квазитензора $\{\nu_n^i\}$, компоненты которого в репере R_0 удовлетворяют дифференциальным уравнениям

$$\nabla \nu_n^i + \omega_n^i = \nu_{nK}^i \omega^K . \qquad (7)$$

Таким образом, произвольную инвариантную одномерную нормаль ν 1-го рода гиперплоскости $H(A)$ относительно локального репера R_1 можно задать системой уравнений

$$y^i - \nu_n^i y^n = 0 . \qquad (8)$$

Плоскость $\Omega_{n-1}(A) = [\nu, \Lambda]$, натянутая на инвариантную прямую $\nu(A)$ и характеристику $\Lambda(A)$ гиперплоскости $H(A)$, является инвариантной нормалью 1-го рода прямой $L(A)$ в каждом центре A $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределения пространства A_n. В локальном репере R_1 плоскость $\Omega_{n-1}(A)$ определяется уравнением вида

$$y^1 = \Lambda_\alpha^1 y^\alpha + (\nu_n^1 - \Lambda_\alpha^1 \nu_n^\alpha) y^n . \qquad (9)$$

Следуя работам [2; 4], построим фокальные многообразия $F_{n-2}(\Omega,L)$, $F_{n-3}(\Lambda,L)$ соответственно в Ω_{n-1} и Λ_{n-2} при смещении центра A по кривым, принадлежащим L-распределению, то есть по кривым

$$\omega^\alpha = 0,\ y^1 = \mu^1\theta\text{, где } \nabla\mu^1 - \mu^1\widetilde{\theta} = \mu^1_1\theta. \qquad (10)$$

Точка $F \in \Omega_{n-1}(A)$ является фокальной точкой при смещении центра A по кривым, принадлежащим L-распределению (9), когда координаты точки F удовлетворяют системе уравнений

$$\begin{cases} 1 + y^\alpha\tilde{\Lambda}_\alpha + y^n\tilde{\nu}_n = 0, \\ y^1 = \Lambda^1_\alpha y^\alpha + (\nu^1_n - \Lambda^1_\alpha\nu^\alpha_n)y^n, \end{cases} \qquad (11)$$

где

$$\tilde{\Lambda}_\alpha = \Lambda^1_{\alpha 1} - \Lambda^n_{\alpha 1}(\nu^1_n - \Lambda^1_\beta\nu^\beta_n) - \Lambda^1_\alpha\Lambda^n_{11}(\nu^1_n - \Lambda^1_\beta\nu^\beta_n) - \Lambda^1_\beta\Lambda^1_\alpha\Lambda^\beta_{11},$$

$$\tilde{\nu}_n = \nu^1_{n1} - \Lambda^1_{\alpha 1}\nu^\alpha_n - \Lambda^1_\alpha\nu^\alpha_{n1} - \Lambda^1_\alpha\Lambda^\alpha_{11}(\nu^1_n - \Lambda^1_\beta\nu^\beta_n) -$$
$$-\Lambda^n_{11}(\nu^1_n - \Lambda^1_\alpha\nu^\alpha_n)(\nu^1_n - \Lambda^1_\beta\nu^\beta_n),$$

$$\nabla\tilde{\Lambda}_\alpha = \tilde{\Lambda}_{\alpha K}\omega^K,\ \nabla\tilde{\nu}_n = \tilde{\nu}_{nK}\omega^K.$$

Система (11) определяет в плоскости $\Omega_{n-1}(A)$ алгебраическое $(n-2)$-многообразие порядка один — фокальное многообразие $F_{n-2}(\Omega,L)$, соответствующее прямой L. Многообразие F_{n-2} есть плоскость размерности $(n-2)$, которую в дальнейшем будем обозначать через $F_{n-2}(A)$, причем $F_{n-2}(A) \subset \Omega_{n-1}(A)$, $A \notin F_{n-2}(A)$.

Плоскость Λ_{n-2} пересекает фокальное многообразие $F_{n-2}(A)$ по плоскости $F_{n-3}(A)$ размерности $(n-3)$, которая в репере R_1 задается системой уравнений

$$y^n = 0,\ y^1 = \Lambda^1_\alpha y^\alpha,\ 1 + \tilde{\Lambda}_\alpha y^\alpha = 0. \qquad (12)$$

Плоскость $F_{n-3}(A)$, определяемая системой уравнений (12), есть фокальное многообразие $F_{n-3}(\Lambda, L)$ плоскости Λ, соответствующей прямой L, то есть полученное при смещении центра A вдоль кривых, принадлежащих L-распределению.

В результате приходим к следующему предложению.

Теорема 2. *Геометрический объект* $\{\Lambda^1_\alpha, \tilde{\Lambda}_\alpha\}$ *— тензор 2-го порядка* $\mathcal{H}(\Lambda, L)$*-распределения определяет в* Λ*-плоскости* $(n-3)$*-мерную плоскость* $F_{n-3}(\Lambda, L)$ *(12), не проходящую через центр A, которая является аналогом плоскости Кенигса* [5; 6] *для пары распределений (L, Λ).*

2. Задание нормальных и внутренних аффинных связностей на оснащенном $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределении

1. Адаптируем репер R_1 полю нормалей $N_1(A)$ 1-го рода H-распределения, выбирая вектор $\vec{e}_n \parallel N_1(A)$. В этом случае

$$\omega^1_n = \lambda^1_{nK}\omega^K, \ \omega^\alpha_n = \lambda^\alpha_{nK}\omega^K, \tag{13}$$

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

$$\nabla\lambda^1_{nK} = \lambda^1_{nKL}\omega^L, \ \nabla\lambda^\alpha_{nK} = \lambda^\alpha_{nKL}\omega^L. \tag{14}$$

Таким образом, уравнения (1, 2, 13, 14) задают оснащенное полем нормалей 1-го рода $N_1(A)$ $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределение. При фиксации точки $A \overset{def}{=} x$ (центра $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределения) плоскости $N_1(x), N_{n-1}(x), N_2(x)$ и $T_{n-1}(x), T_1(x), T_{n-2}(x)$ остаются неподвижными. Следовательно, $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределение индуцирует нормальные $N_1(A), N_{n-1}(A), N_2(A)$ и $T_{n-1}(A), T_1(A), T_{n-2}(A)$ касательные подрасслоения [7].

Структурные уравнения касательного расслоения $T_{n-1}(A)$ в силу формул (1, 2, 13) имеют следующий вид:

$$d\omega^K = \omega^L \wedge \omega_L^K,\ d\omega_\alpha^\beta = \omega_\alpha^\gamma \wedge \omega_\gamma^\beta + \Omega_\alpha^\beta,$$
$$d\omega_1^1 = \Omega_1^1,\ d\omega_\alpha^1 = \omega_\alpha^i \wedge \omega_i^1 + \Omega_\alpha^1,$$
$$d\omega_1^\alpha = \omega_1^i \wedge \omega_i^\alpha + \Omega_1^\alpha,$$

где

$$\Omega_\alpha^\beta = \omega_\alpha^n \wedge \omega_n^\beta + \omega_\alpha^1 \wedge \omega_1^\beta = (\Lambda_{\alpha[L}^n \lambda_{|n|K]}^\beta + \Lambda_{\alpha[L}^1 \lambda_{|1|K]}^\beta)\omega^L \wedge \omega^K = \tag{15}$$
$$= \frac{1}{2} R_{\alpha LK}^\beta \omega^L \wedge \omega^K,$$

$$\Omega_1^1 = (\Lambda_{1[L}^\alpha \lambda_{|\alpha|K]}^1 + \Lambda_{1[L}^n \lambda_{|n|K]}^1)\omega^L \wedge \omega^K = \frac{1}{2} R_{1LK}^1 \omega^L \wedge \omega^K, \tag{16}$$

$$\Omega_\alpha^1 = \Lambda_{\alpha[L}^n \lambda_{|n|K]}^1 \omega^L \wedge \omega^K = \frac{1}{2} R_{\alpha LK}^1 \omega^L \wedge \omega^K, \tag{17}$$

$$\Omega_1^\alpha = \Lambda_{1[L}^n \lambda_{|n|K]}^\alpha \omega^L \wedge \omega^K = \frac{1}{2} R_{1LK}^\alpha \omega^L \wedge \omega^K, \tag{18}$$

$$R_{\alpha LK}^\beta = 2(\Lambda_{\alpha[L}^n \lambda_{|n|K]}^\beta + \Lambda_{\alpha[L}^1 \lambda_{|1|K]}^\beta), \tag{19}$$

$$R_{1LK}^1 = 2(\Lambda_{1[L}^\alpha \Lambda_{|\alpha|K]}^1 + \Lambda_{1[L}^n \lambda_{|n|K]}^1), \tag{20}$$

$$R_{\alpha LK}^1 = 2\Lambda_{\alpha[L}^n \lambda_{|n|K]}^1, \tag{21}$$

$$R_{1LK}^\alpha = 2\Lambda_{1[L}^n \lambda_{|n|K]}^\alpha. \tag{22}$$

Следуя работе [7], приходим к выводу, что в касательном расслоении $T_{n-1}(A)$ возникает аффинная связность γ без кручения с формами связности $\{\omega^K, \omega_j^i\}$, которую назовем внутренней (касательной) аффинной связностью оснащенного $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределения.

Теорема 3. *В дифференциальной окрестности 2-го порядка оснащенное $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределение (полем нормалей 1-го рода $N_1(x)$ H-подрасслоения) индуцирует внутреннюю аф-*

финную связность γ в касательном расслоении $T_{n-1}(A)$ с формами связности $\{\omega^K, \omega^i_j\}$ и 2-формами кривизны (15—18). Компоненты тензора кривизны $R^i_{jKL} = \{R^1_{1KL}, R^1_{\alpha KL}, R^\alpha_{1KL}, R^\beta_{\alpha KL}\}$ связности γ имеют строение (19—22).

2. Структурные уравнения нормального расслоения $N_1(A)$ с учетом уравнений (1, 2) и (13) можно представить в виде

$$d\omega^n_n = \Omega^n_n,$$

где

$$\Omega^n_n = \omega^1_n \wedge \omega^n_1 + \omega^\alpha_n \wedge \omega^n_\alpha = (\lambda^1_{n[L}\Lambda^n_{1|K]} + \lambda^\alpha_{n[L}\Lambda^n_{\alpha|K]})\omega^L \wedge \omega^K = = \frac{1}{2} R^n_{nLK}\omega^L \wedge \omega^K, \tag{23}$$

$$R^n_{nLK} = 2(\lambda^1_{n[L}\Lambda^n_{1|K]} + \lambda^\alpha_{n[L}\Lambda^n_{\alpha|K]}). \tag{24}$$

Согласно работе [7] получаем, что в нормальном расслоении $N_1(A)$ возникает центроаффинная связность $\gamma^\perp$ с формой связности $\{\omega^n_n\}$ и 2-формой кривизны (23), которую назовем нормальной центроаффинной связностью оснащенного $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределения.

Теорема 4. *В дифференциальной окрестности 2-го порядка оснащенное $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределение индуцирует в расслоении $N_1(A)$ нормалей 1-го рода H-подрасслоения нормальную центроаффинную связность $\gamma^\perp$ с формой связности $\{\omega^n_n\}$ и 2-формой кривизны (23). Компоненты тензора кривизны R^n_{nLK} связности $\gamma^\perp$ имеют строение (24).*

3. Аналогично можно построить нормальную центроаффинную связность $\eta^\perp$ в расслоении $N_{n-1}(A)$ нормалей 1-го рода базисного L-подрасслоения данного $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределения.

Структурные уравнения нормального расслоения $N_1(A)$ имеют следующий вид:

$$d\omega_\alpha^\beta = \omega_\alpha^\gamma \wedge \omega_\gamma^\beta + \Omega_\alpha^\beta,$$

$$d\omega_\alpha^n = \omega_\alpha^n \wedge \omega_n^n + \omega_\alpha^\beta \wedge \omega_\beta^n + \omega_\alpha^1 \wedge \omega_1^n = \omega_\alpha^a \wedge \omega_a^n + \Omega_\alpha^n,$$

$$d\omega_n^\alpha = \omega_n^a \wedge \omega_a^\alpha + \Omega_n^\alpha,$$

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

где

$$\Omega_n^\alpha = \lambda_{n[L}^1 \Lambda_{|1|K]}^\alpha \omega^L \wedge \omega^K = \frac{1}{2} R_{nLK}^\alpha \omega^L \wedge \omega^K, \tag{25}$$

$$\Omega_\alpha^n = \lambda_{\alpha[L}^1 \Lambda_{|1|K]}^n \omega^L \wedge \omega^K = \frac{1}{2} R_{\alpha LK}^n \omega^L \wedge \omega^K, \tag{26}$$

Ω_α^β (15), Ω_n^n (23),

$$R_{nLK}^\alpha = 2\lambda_{n[L}^1 \Lambda_{|1|K]}^\alpha, \tag{27}$$

$$R_{\alpha LK}^n = 2\lambda_{\alpha[L}^1 \Lambda_{|1|K]}^n, \tag{28}$$

$R_{\alpha LK}^\beta$ (19), R_{nLK}^n (24).

Теорема 5. *В дифференциальной окрестности 2-го порядка оснащенное $\mathcal{H}(\Lambda, L)$-распределение индуцирует в расслоении $N_1(A)$ нормалей 1-го рода нормальную центроаффинную связность $\eta^\perp$ с формой связности $\{\omega_b^a\}$ и 2-формами кривизны (15, 23, 25, 26). Компоненты тензора кривизны R_{bLK}^a связности $\eta^\perp$ имеют строение (19, 24, 27, 28).*

Связность $\eta^\perp$ назовем в дальнейшем нормальной центроаффинной связностью L-подрасслоения.

4. Структурные уравнения соответствующего касательного расслоения $T_1(A)$ в силу формул (1, 2, 13) имеют следующий вид:

$$d\omega^K = \omega^L \wedge \omega_L^K, \; d\omega_1^1 = \Omega_1^1,$$

где Ω_1^1 (16), R_{1LK}^1 (20).

Теорема 6. *В дифференциальной окрестности 2-го порядка оснащенное $\mathcal{H}(\Lambda,L)$-распределение (полем нормалей 1-го рода $N_1(x)$) индуцирует внутреннюю аффинную связность η в касательном расслоении $T_1(A)$ с формами связности $\{\omega^K, \omega_1^1\}$ и 2-формой кривизны (16). Компоненты тензора кривизны R_{1LK}^1 связности η имеют строение (20).*

5. Построим нормальную центроаффинную связность $\vartheta^\perp$ в расслоении $N_2(A)$ нормалей 1-го рода Λ-подрасслоения данного $\mathcal{H}(\Lambda,L)$-распределения и связности ϑ в касательном расслоении $T_{n-2}(A)$.

Структурные уравнения нормального распределения $N_2(A)$ имеют следующий вид:

$$d\omega_1^1 = \Omega_1^1, \; d\omega_n^n = \Omega_n^n,$$
$$d\omega_n^1 = \omega_n^1 \wedge \omega_1^1 + \omega_n^\alpha \wedge \omega_\alpha^1 + \omega_n^n \wedge \omega_n^1 = \omega_n^\xi \wedge \omega_\xi^1 + \Omega_n^1,$$
$$d\omega_1^n = \omega_1^1 \wedge \omega_1^n + \omega_1^\alpha \wedge \omega_\alpha^n + \omega_1^n \wedge \omega_n^n = \omega_1^\xi \wedge \omega_\xi^n + \Omega_1^n,$$

где Ω_1^1 (16), Ω_n^n (23),

$$\Omega_n^1 = \lambda_{n[L}^\alpha \Lambda_{|\alpha|K]}^1 \omega^L \wedge \omega^K = \frac{1}{2} R_{nLK}^1 \omega^L \wedge \omega^K, \tag{29}$$

$$\Omega_1^n = \lambda_{1[L}^\alpha \Lambda_{|\alpha|K]}^n \omega^L \wedge \omega^K = \frac{1}{2} R_{1LK}^n \omega^L \wedge \omega^K, \tag{30}$$

R_{1LK}^1 (20), R_{nLK}^n (24),

$$R^{1}_{nLK} = 2\lambda^{\alpha}_{n[L}\Lambda^{1}_{|\alpha|K]}, \tag{31}$$

$$R^{n}_{1LK} = 2\lambda^{\alpha}_{1[L}\Lambda^{n}_{|\alpha|K]}. \tag{32}$$

Теорема 7. *В дифференциальной окрестности 2-го порядка оснащенное $\mathcal{H}(\Lambda,L)$-распределение индуцирует внутреннюю нормальную центроаффинную связность $\vartheta^{\perp}$ в расслоении $N_2(A)$ нормалей 1-го рода Λ-подрасслоения с формами связности $\{\omega^{\xi}_{\eta}\}$ и 2-формами кривизны $\{\Omega^{\xi}_{\eta}\}$, компоненты тензора кривизны $R^{\xi}_{\eta LK}$ которой имеют строение (20, 24, 31, 32).*

6. Структурные уравнения касательного расслоения $T_{n-2}(x)$ имеют вид

$$d\omega^{K} = \omega^{L}\wedge\omega^{K}_{L},\ d\omega^{\beta}_{\alpha} = \omega^{\gamma}_{\alpha}\wedge\omega^{\beta}_{\gamma} + \Omega^{\beta}_{\alpha},$$

где Ω^{β}_{α} (15), $R^{\beta}_{\alpha LK}$ (19).

Теорема 8. *В дифференциальной окрестности 2-го порядка оснащенное $\mathcal{H}(\Lambda,L)$-распределение индуцирует внутреннюю аффинную связность ϑ в касательном расслоении $T_{n-2}(A)$ с формами связности $\{\omega^{K}, \omega^{\beta}_{\alpha}\}$ и 2-формами кривизны (15). Компоненты тензора $R^{\beta}_{\alpha LK}$ связности ϑ имеют строение (19).*

Список литературы

1. *Попов Ю.И.* Нормализация основных структурных подрасслоений $\mathcal{H}(\Lambda,L)$-распределений аффинного пространства // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Физ.-мат. и техн. науки. 2018. №3. С. 5—14.

2. *Лаптев Г.Ф., Остиану Н.М.* Распределение *m*-мерных линейных элементов в пространстве проективной связности // Тр. Геом. семин. / ВИНИТИ. 1971. Т. 3. С. 49—94.

3. *Попов Ю.И.* Трехсоставное распределение проективного пространства // ДГМФ. Калининград, 1987. Вып. 18. С. 65—86.

4. *Норден А.П.* Пространства аффинной связности. М., 1976.
5. *Лаптев Г.Ф.* Дифференциальная геометрия погруженных многообразий. Теоретико-групповой метод дифференциально-геометрических исследований // Тр. Моск. матем. об-ва. 1953. Т. 2. С. 275—382.
6. *Столяров А.В.* Проективно-дифференциальная геометрия регулярного гиперполосного распределения *m*-мерных линейных элементов // Проблемы геометрии / ВИНИТИ. 1975. Т. 7. С. 117—151.
7. *Чакмазян А.В.* Нормальная связность в геометрии подмногообразий. Ереван, 1999.

Yu. I. Popov[1]
[1] *Immanuel Kant Baltic Federal University*
14 A. Nevskogo St., Kaliningrad, 236016, Russia
yurij.popoff2015@yandex.ru
doi: 10.5922/0321-4796-2020-51-12

Fields of geometric objects associated with compiled hyperplane $\mathcal{H}(\Lambda,L)$-distribution in affine space

Submitted on May 22, 2020

A compiled hyperplane distribution $\mathcal{H}(\Lambda_{n-2},L_1)$ is considered in an n-dimensional projective space P_n. We will briefly call it a $\mathcal{H}(\Lambda,L)$-distribution. Note that the plane $\Lambda(A)$ is the distribution characteristic obtained by displacement in the center belonging to the *L*-subbundle. The following results were obtained:

a) The existence theorem is proved: $\mathcal{H}(\Lambda,L)$-distribution exists with arbitrary $(3n-5)$ functions of n arguments.

b) A focal manifold $F_{n-2}(\Omega,L)$ is constructed in the normal plane Ω_{n-1} of the 1st kind of *L*-subbundle. It was obtained by shifting the center A along the curves belonging to the *L*-distribution. *A* focal manifold $F_{n-3}(\Lambda,L)$ is also given, which is an analog of the Koenigs plane for the distribution pair (Λ, L).

c) It is shown that a framed $\mathcal{H}(\Lambda,L)$-distribution in the 1st kind normal field of *H*-distribution induces tangent $T_{n-1}(A), T_1(A)$, $T_{n-2}(A)$ and $N_1(A), N_{n-1}(A), N_2(A)$ normal bundles.

d) Six connection theorems induced by a framed $\mathcal{H}(\Lambda,L)$-distribution in these bundles are proved.

In each of the bundles $(T_{n-1}(A), N_1(A))$, $(T_1(A), N_{n-1}(A))$, $(T_{n-2}(A), N_2(A))$ the framed $\mathcal{H}(\Lambda,L)$-distribution induces an intrinsic torsion-free affine connection in the tangent bundle and a centro-affine connection in the corresponding normal bundle.

e) In each of the bundles (d) in the differential neighborhood of the 2^{nd} order, the covers of 2-forms of curvature and curvature tensors of the corresponding connections are constructed.

Keywords: bundle, subbundle, focal bundle manifold, 2-form of curvature, curvature tensor, normal centro-affine connection, inner affine connection.

References

1. *Popov Yu. I.:* Normalization of main structural subbundles $\mathcal{H}(\Lambda,L)$-distributions of affine space. IKBFU's Vestnik. Ser. Physics, Mathematics, and Technology, 3, 5—14 (2018).

2. *Laptev, G.F., Ostianu, N.M.:* Distributions of m-dimensional line elements in a space with projective connection. Tr. Geom. Sem., 3, 49—94 (1971).

3. *Popov, Yu. I.:* Three-part distribution of projective space. DGMF. Kaliningrad. 18, 65—86 (1987).

4. *Norden, A.P.:* Normalization theory and vector bundles. Tr. Geom. Sem. Kazan Univ. 9, 68—76 (1976).

5. *Laptev, G.F.:* Differential geometry of imbedded manifolds. Group theoretical method of differential geometric investigations. Tr. Mosk. Mat. Obs., 2, 275—382 (1953).

6. *Stoljarov, A.V.:* The projective differential geometry of a regular hyperband distribution of *m*-dimensional line elements. Itogi nauki i tekhn. Ser. Probl. Geom., 7, 117—151 (1975).

7. *Chakmazyan, A.V.:* Normal connection in the geometry of framed submanifolds. Yerevan (1999).