

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БЕЗДОРОЖЬЯ В МЕТОДИКЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПЕШИХ ПОХОДОВ

В.А. Прытков

Минск, Беларусь, апрель 2016 года

Введение. В вариантах методики 2013-2015 были заданы минимальные требования к количеству ЛП и определяющих ЛП, меньше уже ни при каких условиях маршрут не может считаться заданной к.с.

За время работы над методикой, начиная с 2012 года, стало очевидно, что существенную долю в сложность пешеходного маршрута вносят ПП, более того, именно они и позволяют относить его к пешеходному маршруту. Однако имеющиеся методики, предлагающие классифицировать ПП по трудности, не позволяют достаточно четко определить границы переходов между такими категориями. На практике, кроме того, оказалось, что они редко подтверждаются фотографическим материалом (за исключением наиболее сложных участков). Да и руководители групп не проявили никакого желания выполнять подобные расчеты, так как они довольно трудоемки.

Как результат, возникла идея, что можно косвенно оценить сложность маршрута, внесенную ПП, путем учета бездорожья. Это интуитивно понятный параметр, в методике он определен более точно. Расчет при этом значительно упростится.

К тому же пришло четкое понимание того, что задача методики — не ранжировать маршруты между собой, а всего лишь отсеять недотягивающие.

Построение модели. Для определения минимальных требований к бездорожью определим расчетную формулу. Для начала примем, что работа на маршруте у пешеходников должна быть равна работе на маршруте у горников. Это наиболее близкий «эталон», с достаточно простой методикой категорирования маршрутов. Примем, что работа у горников складывается из чистой технической работы, работы на перемещение по вертикали, прохождения бездорожья на перевалах и перемещение на оставшуюся протяженность маршрута без бездорожья. Работа у пешеходников складывается из тех же составляющих плюс прохождение бездорожья на участках без локальных препятствий.

При выводе формулы будем использовать следующие обозначения: T – время, L – расстояние (протяженность), V – скорость. Индексами, которые начинаются с символа «г», будем обозначать составные элементы работы на горных маршрутах, с символа «п» - на пешеходных. Далее, будем использовать следующие символы индексов:

«тех» - для обозначения компонента (времени, скорости или протяженности), связанного с чистой технической работой (при этом исключаются затраты, связанные с тем, что эта работа осуществляется на склонах различной крутизны с естественными препятствиями);

«пб» - для обозначения компонента, связанного с преодолением бездорожья (протяженного препятствия) в зоне локального (для горников – на перевалах), при этом исключаются затраты, связанные с перемещением по вертикали;

«чист» - для обозначения компонента, связанного с перемещением по маршруту, когда нет существенной работы по преодолению локальных препятствий, бездорожья или вертикали, т.е. это чистая работа на практически горизонтальное перемещение;

«безд» - для обозначения компонента, связанного с преодолением чистого бездорожья, т.е. на участках без локальных препятствий. Поскольку мы рассчитываем минимальные требования, то для горников этой составляющей нет, т.к. переходы между перевалами могут полностью проходить по тропам или дорогам;

«в» - для обозначения компонента, связанного с перемещением по вертикали.

Тогда получим:

$$\begin{aligned}T_{\text{тех}} + T_{\text{пб}} + T_{\text{чист}} + T_{\text{зв}} &= T_{\text{нтех}} + T_{\text{нпб}} + T_{\text{нбезд}} + T_{\text{нчист}} + T_{\text{нг}}; \\T_{\text{пб}} &= L_{\text{пб}} / V_{\text{безд}}; \quad T_{\text{нпб}} = L_{\text{нпб}} / V_{\text{безд}}; \quad T_{\text{нбезд}} = L_{\text{нбезд}} / V_{\text{безд}}; \\T_{\text{нчист}} &= L_{\text{нчист}} / V_{\text{сп}}; \\T_{\text{чист}} &= \frac{L_{\text{г}} - L_{\text{пб}}}{V_{\text{сп}}}; \\T_{\text{зв}} &= L_{\text{зв}} / V_{\text{г}}; \quad T_{\text{нг}} = L_{\text{нг}} / V_{\text{г}}; \\H &= V_{\text{сп}} / V_{\text{г}};\end{aligned}$$

где V_{cp} обозначает среднюю скорость, L_g – нормативную протяженность горного похода, H – коэффициент, устанавливающий отношение между затратами на прохождение горизонтали и вертикали. Указанные формулы достаточно очевидны. После простейших подстановок получим:

$$T_{змех} - T_{нмех} + \frac{L_{znб} - L_{ннб}}{V_{безд}} + \frac{L_z - L_{znб}}{V_{cp}} + H \frac{L_{zv} - L_{nv}}{V_{cp}} = \frac{L_{нбезд}}{V_{безд}} + \frac{L_{нчист}}{V_{cp}}.$$

В правой части две неизвестных, но одна легко выражается через другую. Получаем:

$$L_{нчист} = L_n - L_{ннб} - L_{нбезд};$$

$$T_{змех} - T_{нмех} + \frac{L_{znб} - L_{ннб}}{V_{безд}} + \frac{L_z - L_{znб}}{V_{cp}} + H \frac{L_{zv} - L_{nv}}{V_{cp}} = \frac{L_{нбезд}}{V_{безд}} + \frac{L_n - L_{ннб} - L_{нбезд}}{V_{cp}};$$

$$T_{змех} - T_{нмех} + \frac{L_{znб} - L_{ннб}}{V_{безд}} + \frac{L_z - L_{znб} - L_n + L_{ннб} + H(L_{zv} - L_{nv})}{V_{cp}} = \frac{L_{нбезд}}{V_{безд}} - \frac{L_{нбезд}}{V_{cp}};$$

$$T_{змех} - T_{нмех} + (L_{znб} - L_{ннб}) \left(\frac{1}{V_{безд}} - \frac{1}{V_{cp}} \right) + \frac{L_z - L_n + H(L_{zv} - L_{nv})}{V_{cp}} = L_{нбезд} \left(\frac{1}{V_{безд}} - \frac{1}{V_{cp}} \right).$$

После ряда группировок получаем формулу расчета параметра суммарного бездорожья для пеших походов:

$$L_{нбезд} + L_{ннб} = L_{znб} + \frac{V_{безд}(L_z - L_n + V_{cp}(T_{змех} - T_{нмех}) + H(L_{zv} - L_{nv}))}{V_{cp} - V_{безд}}.$$

Правая часть этого выражения вполне поддается вычислению, если определить объемы чистой технической работы на перевалах по категории трудности, определить объемы бездорожья в зоне локального препятствия, перемещение по вертикали, среднюю скорость и скорость по бездорожью, а также коэффициент H . Задав эти параметры, легко определяем нормативное значение бездорожья для пешеходников.

Физический смысл полученного выражения в том, что бездорожье в пеших походах должно компенсировать превышение затрат у горников по сравнению с пешеходниками, набравшими за счет большей технической работы на локальных препятствиях ($T_{гтех} - T_{птех}$), большей работы на перемещение по вертикали на участках локальных препятствий ($L_{гв} - L_{пв}$), с учетом того, что нормативная протяженность в пеших походах 4-6 категорий сложности выше ($L_{гп} - L_{пп}$). Отношение скорости движения по бездорожью к ее разности со средней скоростью ($V_{безд} / (V_{cp} - V_{безд})$) учитывает, что при передвижении по бездорожью часть работы тратится на «чистое» перемещение по горизонтали, т. е. только часть затрат идет на преодоление непосредственно бездорожья. Величина ($L_{гпб} - L_{ппб}$) характеризует разницу бездорожья на участках локальных препятствий, однако $L_{ппб}$ перенесена в левую часть, поскольку полное бездорожье на пешеходном маршруте будет состоять из суммы ($L_{пбезд} + L_{ппб}$).

Определение параметров. Посмотрим на исходные данные к расчетам.

Минимальная протяженность, км, горный	100	120	140	150	160	160
Минимальная протяженность, км, пешеходный	100	120	140	170	210	250
Минимальное количество ЛПП, идущих в зачет, горный	2	3	4	5	6	6
Количество определяющих ЛПП, горный	2х 1А	2х1Б+ 1А	2х2А+ 1Б	2х2Б+ 2А+1Б	2х3А+ 2Б+2А	2х3Б+3А +2Б
Минимальное количество ЛПП, идущих в зачет, пеш.	2	3	4	5	6	7
Количество определяющих ЛПП, пеш.	2х н/к	1х1А	1х1Б	2х1Б	1х2А	2х2А

Далее, у горников остальные идущие в зачет ЛП должны быть не ниже 1А. В нашей методике у пешеходников - для 1-2 к.с. включая н/к, 3-4 к.с. - не ниже 1А, 5-6 к.с. - не ниже 1Б.

Рассчитаем временные затраты на техническую работу, которую следует понимать как чистую техническую работу, без учета крутизны склона, наличия естественных препятствий, перепада высот и т. д., поскольку эти факторы учитываются отдельными составляющими – затратами на перемещение по вертикали и затратами на преодоление протяженных препятствий (бездорожья) в зоне локальных препятствий (перевалов). Для определения этой чисто технической работы будем использовать таблицу оценки трудности перевалов.

Н/к – нет такой работы. 1А – работа минимальна, т.к. спецснаряжение не используется, все ограничивается навыками индивидуальной страховки и умением выбирать путь движения. Примем условно 12 минут (0,2 часа). 1Б - до 5 точек страховки, ключевой участок 50 м, движение в связках и перила. Надо выбрать точки крепления веревки, провесить ее, пройти всей группе. А потом снять. Около 0,5 часа. 2А - попеременная страховка, перила, кошки, крючья, до 10 точек страховки, до 100 м ключа (2 веревки). Около 1,2 часов. 2Б - более крутой склон, дополнительно – крючья, первый и последний без рюкзака, рюкзаки отдельно, 200 м ключа, 3-5 веревок, не менее суток на прохождение. Получаем около 3 часов. Аналогично получим для 3А 7 часов, для 3Б 12 часов.

Теперь посмотрим, сколько километров бездорожья добавляют перевалы. В хорошо освоенном районе на н/к идут тропы — нет бездорожья. На 1А зачистую тоже, но много перевалов и с реальным бездорожьем, нечто усредненное для 1А – 1 км. Для 1Б подходы в среднем около 2 км по бездорожью с каждой стороны, т. е. 4 км, для 2А примерно порядка 7 км., далее в освоенном регионе протяженность бездорожья на перевалах вряд ли существенно увеличивается, для 2Б и выше — 8 км.

Перепад высот будем считать только тот, который можно хоть как-то высчитать – ближние подходы к перевалу и перевальный взлет. Для несложных перевалов н/к и 1А полный перепад (сумма подъема и спуска) будет около 1,5 км. Для перевалов большей сложности добавляется по 100 м перепада на каждую веревку технической работы. Соответственно для 1Б – 1,6 км, для 2А – 1,8, для 2Б – 2 км, а для 3А и 3Б – по 2,5 км. Остальные перепады набираются достаточно плавно, можно считать, что их величина будет примерно одинаковой как для горного, так и для пешего похода, в т.ч. и в традиционном пешеходном районе. Еще раз подчеркну, что идет расчет минимально допустимых значений, т.е. речь о наборе большего количества перевалов не идет.

Расчет средней скорости был получен ранее, где отталкивались от того, что скорость в конце маршрута с легкими рюкзаками по ровной дороге будет в районе 5 км/ч, а в начале маршрута 6 к.с. при полном рюкзаке – не выше 3 км/ч. Получили следующую среднюю скорость по к.с.: 4,7; 4,6; 4,5; 4,3; 4,2; 4 км/ч.

Для вычисления скорости движения по бездорожью использовался понижающий коэффициент в зависимости от категории сложности маршрута. Общее правило при этом было то, что большая доля на маршруте приходится на простое бездорожье, меньшая – на сложное, причем доля сложного бездорожья с увеличением категории сложности маршрута возрастает. Получили коэффициенты от 0,7 для 1 к.с до 0,6 для 6 к.с. с шагом между категориями 0,02.

Наконец, осталось установить коэффициент затрат на вертикальное перемещение относительно горизонтального перемещения. В разных методиках и разными экспертами используются значения от 3 до 12. Довольно часто фигурирует коэффициент 5, который и был использован в расчетах.

Теперь параметры модели полностью определены. Обо всех этих параметрах можно достаточно долго спорить, поскольку сколько экспертов — столько и мнений, а все эти параметры установлены путем экспертной оценки. Получить их точными методами довольно проблематично, так как для этого потребуется полноценное научное исследование с накоплением достаточно большой статистики для получения достоверных результатов, причем некоторые параметры потребуют использования довольно сложных методик косвенной оценки. В этой ситуации метод экспертной оценки практически единственно возможный.

Результаты. Подставляем значения в выведенную формулу, учитывая количество препятствий различной категории трудности в каждой категории сложности похода, и получаем результат.

Сначала оценим вклад каждой из составляющих: разницы технической работы на локальных препятствиях (Тгтех - Тптех), разницы бездорожья на участках локальных препятствий (Лгпб - Лппб), большей работы на перемещение по вертикали на участках локальных препятствий (Лгв - Лпв), разницы нормативной протяженности в пеших и горных походах 4-6 категорий сложности (Лгп-Лпп), компенсирующего работу на перемещение по горизонтали на участках бездорожья коэффициента (Vбезд / (Vсп - Vбезд)).

Разница технической работы составляет по категориям сложности 0,4 — 1,0 — 2,0 — 6,3 — 14,9 — 29,5 часов, что с учетом средней скорости составит 1,88 — 4,6 — 9,0 — 27,09 — 62,58 — 118

километров, которые надо компенсировать.

Разница бездорожья на участках локальных препятствий составит по категория сложности 2 — 8 — 12 — 17 — 6 — 0 километров, которые необходимо компенсировать. Снижению разницы в походах 5-6 к.с. способствует то, что в пеших походах перевалы 1А в качестве зачетных локальных препятствий не учитываются (в горном они учитываются и при минимальном выполнении требований их будет два), кроме того, в пеших походах 6 к.с. требуется на одно локальное препятствие больше. Так что это снижение является вполне логичным.

Разница на перемещение по вертикали по категориям сложности составит 0 — 0,2 — 0,6 — 1,2 — 2,0 — 0,9 км. Снижение для 6 к.с. также связано с большим количеством зачетных препятствий у пешего туризма. Далее вертикальные километры умножаются на коэффициент Н для приведения их к эквивалентным горизонтальным: 0 — 1,0 — 3,0 — 6,0 — 10,0 — 4,5 километров требуется компенсировать.

Разница нормативной протяженности уменьшает количество километров, которые необходимо компенсировать бездорожьем по категориям сложности на 0 — 0 — 0 — 20 — 50 — 90 километров.

Компенсирующий работу на перемещение по горизонтали на участках бездорожья коэффициент по категориям сложности составит 2,33 — 2,125 — 1,94 — 1,78 — 1,63 — 1,5. На этот коэффициент умножаются все слагаемые, за исключением бездорожья на участках локальных препятствий.

В итоге суммарное бездорожье, компенсирующее разницу затрат в горном и пешем походах, составит по категориям сложности 6,39 — 19,9 — 35,29 — 40,27 — 42,84 — 48,75 километров, к которому для получения нормативного параметра бездорожья требуется добавить расчетное бездорожье в пешем походе на участках локальных препятствий (Лппб). В итоге для равноценных с горным туризмом трудозатрат на прохождение маршрута требуется следующее количество бездорожья: 6,4 км. в походе 1 к.с.; 20,9 км. в походе 2 к.с.; 42,3 км. в походе 3 к.с.; 51,3 км. в походе 4 к.с.; 69,8 км. в походе 5 к.с.; 82,8 км. в походе 6 к.с. Это точные значения, полученные при расчете по данной модели. Использовать в качестве нормативных именно их можно, но несколько неудобно с практической точки зрения.

Во-первых, получилось немного не равномерно, хотя если построить диаграмму, точки лежат практически на одной прямой. Выполним линейную аппроксимацию (сместим точки так, чтобы они лежали на одной прямой и при этом среднеквадратичное отклонение до исходных точек было минимальным). Помимо прочего, это позволит частично скомпенсировать погрешности модели. Получаем следующее уравнение прямой $y = 15,36 \cdot x - 8,19$. Получим следующие значения: 7,2 — 22,5 — 37,9 — 53,3 — 68,6 — 84,0. Во-вторых, как первичные результаты, так и аппроксимированные выглядят не совсем эстетично. Учитывая, что шаг между категориями практически равен 15, будет удобнее начать с 5, и далее получить последовательность 5 — 20 — 35 — 50 — 65 — 80. Хотя это немного меньше расчетного и несколько увеличивает среднеквадратичное отклонение, зато нагляднее и проще для произвольного запоминания, что повышает потребительские качества методики, т. е. удобнее в использовании.

Итоги. На удивление, полученные при расчете значения бездорожья выглядят вполне приемлемо для минимальных требований. Если они не выполняются, то это не требуемая к.с. Ранее, при разработке методик 2013-2015, исходили из того, что есть какой-то минимум ЛП, а остальную сложность можно набрать либо ЛП, либо перепадом высот, либо ПП. Тем не менее расчет получился довольно громоздким. Потом перешли к напряженности, как комплексному параметру. Однако получили, что маршрут может быть сколь угодно напряженным, но не являться пешеходным. Более того, значительный ряд параметров напряженности ведет к искусственному пренебрежению нормами безопасности. Сейчас же получилось, что если выполнены требования по ЛП и бездорожью, то трудозатраты на их преодоление, с учетом требуемых параметров протяженности маршрута, можно считать эквивалентными с горными маршрутами. В итоге отпадает необходимость считать автономность, перепад высот, напряженность, учитывать погодные условия. Частично данные параметры выражаются через бездорожье. Методика становится достаточно простой, чтобы ее можно было применять на практике.

Оценка категории сложности пешего маршрута, полученная при помощи данной методики, очень близка к экспертной оценке. Различия в оценке обнаружены только на маршрутах, которые принято называть «недоотягивающими», либо тех, которые скорее являются горными маршрутами более низкой категории, но с увеличенной протяженностью и продолжительностью (кстати, именно за зачет таких походов пешеходный туризм зачастую подвергается критике). Методика однозначно дает для них более низкую категорию. Члены МКК, как правило, засчитывают такой маршрут более высокой категорией, хотя отмечают, что маршрут «слабоват».

В случае, когда на минимальном наборе локальных препятствий не хватает бездорожья (а такое

весьма возможно в хорошо освоенных горных районах), «добрать» необходимое бездорожье можно при прохождении большого количества локальных препятствий. Это — плата за пеший поход в освоенном горном районе. Поскольку данная методика не нацелена на ранжирование походов (какой лучше, а какой хуже), а определяет только необходимый минимум локальных и протяженных препятствий, то такая ситуация не требует дополнительного учета.

Если пеший поход проходит не в горной, а в малоосвоенной равнинной местности, проблем с набором бездорожья не будет, но разница перепада высот должна существенно увеличиваться. Однако соответствующий механизм «компенсации» уже неявно заложен в классификации для пересеченной местности путем уменьшения в 1,2 раза протяженности маршрута, поэтому, соответственно, модель это отдельно не учитывает.

Приложение. Результаты расчета

	н/к	1А	1Б	2А	2Б	3А	3Б	
<i>Время технической работы, ч</i>	0	0,2	0,5	1,2	3	7	12	*
<i>Перевальное бездорожье, км</i>	0	1	4	7	8	8	8	*
<i>Перепад высот на перевале, км</i>	1,5	1,5	1,6	1,8	2	2,5	2,5	*
Категория сложности		1	2	3	4	5	6	
Количество ЛП по к.тр, горн	1А	2	1	1	1	2	2	
	1Б		2	1	1			
	2А			2	1	1		
	2Б				2	1	1	
	3А					2	1	
	3Б						2	
Количество ЛП по к.тр, пеш	н/к	2	2					*
	1А		1	3	3			
	1Б			1	2	5	5	
	2А					1	2	
	2Б							
Протяженность, км, горный	L _г	100	120	140	150	160	160	
Протяженность, км, пеш	L _п	100	120	140	170	210	250	
Объем техн. работы, ч, горный	T _{гтех}	0,4	1,2	3,1	7,9	18,6	34,4	
Объем техн. работы, ч, пеш	T _{птех}	0	0,2	1,1	1,6	3,7	4,9	
Средняя скорость на маршруте, км/ч	V _{ср}	4,7	4,6	4,5	4,3	4,2	4	*
Перевальное бездорожье горн, км	L _{пб}	2	9	19	28	33	34	
Перевальное бездорожье пеш, км	L _{ппб}	0	1	7	11	27	34	
Коэффициент снижения скорости по бездорожью (V_{безд}/V_{ср})		0,7	0,68	0,66	0,64	0,62	0,6	*
Средняя скорость по бездорожью, км/ч	V _{безд}	3,29	3,128	2,97	2,752	2,604	2,4	
Перемещение по вертикали, горн, км	L _{гв}	3	4,7	6,7	8,9	11,8	12,5	
Перемещение по вертикали, пеш, км	L _{пв}	3	4,5	6,1	7,7	9,8	11,6	
Коэффициент снижения вертикальной скорости (V_{ср}/V_в)	H	5	5	5	5	5	5	*
Разница технической работы, ч		0,4	1	2	6,3	14,9	29,5	
Она же, пересчитанная по средней скорости, км		1,88	4,6	9	27,09	62,58	118	
Разница перемещения по вертикали, км		0	0,2	0,6	1,2	2	0,9	
Она же, с учетом коэффициента H, км		0	1	3	6	10	4,5	
Разница нормативной протяженности, км		0	0	0	-20	-50	-90	
Разница перевального бездорожья, км		2	8	12	17	6	0	
Коэффициент компенсации перемещения по горизонтали на участках бездорожья		2,33	2,13	1,94	1,78	1,63	1,5	
Суммарно требуется компенсировать, км		6,39	19,9	35,29	40,27	42,84	48,75	
Суммарное бездорожье, км		6,39	20,90	42,29	51,27	69,84	82,75	

В таблице курсивом отмечены параметры, которые использованы в модели. Они же дополнительно отмечены «*» справа. Другие параметры либо являются жестко заданными (например, нормативная протяженность и требования по количеству перевалов у горников), либо не являются первичными и получаются на основе расчета.