

Список использованных источников.

1. РД 17-06-152-89. Обувь. Номенклатуры показателей качества. – ВзаменГОСТ 4.12-81. – Введен 01.01.92. М.: ЦНИИТЭИ, 1991. – 9 с.
2. В. А. Фукин, Д. О. Сакулина, В. В. Костылева «О комплексе свойств, определяющих комфортность обуви» // Кожевенно-обувная промышленность – 1994 № 1-2, – С. 37-38.
3. Александров С. П., Паршина О. В. «Автоматическое профилирование поверхности стелечного узла» // Кожевенно-обувная промышленность – 1988 № 8, – С. 12-16.
4. Смирнова Л. М., Кудрявцева В. А., Коздова Д. И. «Оценка функции стопы после хирургического обеспечения по поводу распластывания отдела стопы и Hallus valgus» // Материалы научно-практической конференции, тез. Докл. – Новокузнецк, 1993. – С. 65-68.

УДК 685.34.01

**НОВОЕ В ОЦЕНКЕ РОЛИ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА
КОМФОРТНОСТЬ ОБУВИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕЕ
НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

***В.Т. Прохоров, Т.М. Осина, И.Д. Михайлова,
И.М. Мальцев, И.С. Шрайфель, Е.С. Криницина***

*Южно-Российский государственный
университет экономики и сервиса*

Способность обуви сохранять тепло зависит от вида и состояния внешней, воспринимающей тепло, среды и других условий, характеризующих теплоотдачу от поверхности обуви во внешнюю среду (шероховатости внешней поверхности, цвета и т.д.).

При изучении процесса перехода тепла от стопы человека к внутренней поверхности обуви стопа рассматривается как тело с более высокой температурой, отдающее тепло. Температура кожного покрова стопы определяется соотношением количества поступающего к ней тепла и интенсивности отдачи его в окружающую среду при определенной теплоизоляционной способности обуви и ее конструктивных элементов (верха и низа, утепления отдельных участков обуви). Температура кожи на разных участках стопы изменяется во времени.

К наиболее важным факторам, влияющих на человека, которые следует учитывать при разработке требований к материалам обуви для защиты от воздействий низких температур, необходимо отнести температуру воздуха, скорость ветра, атмосферные осадки. Такие показатели, как давление и влажность воздуха, в обычных условиях имеют второстепенное значение, однако при большой влажности воздуха заметно повышается равновесная влажность материалов обуви и их теплопроводность.

Обычно обувь обеспечивает возможность некоторого изменения стопы, что необходимо для нормального функционирования кровеносных сосудов при передвижении и покое человека. Таким образом, пространство между стопой и обувью всегда заполнено прослойками из волокнистых материалов (трикотаж, текстильные, нетканые или войлочные материалы, натуральный или

искусственный мех и др.). Структура этих материалов включает в себя большое количество воздушных ячеек, пор и прослоек. Между стопой и этими материалами, между слоями материалов, а также между поверхностью материалов и внутренней поверхностью обуви образуются воздушные прослойки различной толщины и протяженности, способствующие сохранению тепла в обуви.

Территория Российской Федерации расположена в различных климатических зонах. Для защиты человека от воздействия низких температур должна изготавливаться специальная обувь, которая обеспечивала бы создание комфортных условий в течение того периода носки, который обусловлен технологическим режимом нахождения человека в этих условиях.

При изготовлении обуви материалы, входящие в конструкцию верха, подвергаются различным обработкам, что оказывает влияние на тепловые свойства конструкции верха обуви. Соединение деталей между собой, метод их крепления также вносит определенный дополнительный эффект, влияющий на тепловые свойства верха, вследствие образования утолщения, уплотнения, а также воздушных прослоек и пр.

Влияние всех этих факторов учесть весьма трудно. Подсчет суммарных тепловых сопротивлений верха обуви, как многослойной системы, можно произвести только приближенно.

Технологический процесс производства комфортной обуви представляет собой сложную систему со многими факторами, изучение, которого продолжает выполняться традиционными методами проведения эксперимента.

При новом подходе к решению многофакторных задач по производству комфортной обуви имеет место обоснованное планирование эксперимента, которое должно проводится в несколько этапов: предварительное изучение объекта исследования, построения соответствующей математической модели и ее интерпретация.

Исходя из особенностей поставленной перед нами задачи (исследования и выбора оптимальных параметров проведения технологического процесса производства комфортной обуви), решение ее было осуществлено с проведением опроса ведущих специалистов, в том числе преподавателей кафедры «Технология изделий из кожи» ЮРГУЭС и студентов старших курсов.

Параметры оптимизации являются выходными параметрами, по которым можно судить о достижении поставленной перед нами цели. В нашем случае главным параметром оптимизации является комфортность обуви.

Для выделения указанного выше параметра оптимизации необходимо рассмотреть управляемые факторы, которые характеризуют возможные, изменяемые целенаправленно, способы воздействия на объект исследования. Важным требованием, предъявляемым к управляемым факторам, является отсутствие их взаимозаменяемости.

Следует только учесть, что при планировании эксперимента на первой стадии рекомендуется включать в рассмотрение все факторы, которые в изучаемой ситуации «подозреваются» в способности воздействовать на параметр оптимизации. Но так как даже небольшое сокращение числа факторов приводит к значительной экономии опытов, то возникает вопрос об использовании априорного ранжирования факторов для их предварительного отсеивания.

⇒ Априорное ранжирование факторов основано на том, что факторы, которые согласно априорной информации (в данном случае мнения специалистов, преподавателей и студентов, а также литературных данных) могут иметь существенное влияние, ранжируются в порядке вносимого ими вклада. Для этой цели, кроме литературных данных, широкому кругу специалистов, преподавателей и студентов (всего 30) был предложен следующий список факторов, имеющих определенное влияние на создание комфортности для стопы человека (таблица 1).

Таблица 1 – Анкетный опросный лист

Факторы, влияющие на комфортность стопы человека при воздействии на нее низких температур окружающей среды	Ранг
1. Влажность воздуха	
2. Температура воздуха	
3. Время воздействия	
4. Скорость воздуха	
5. Пакет материалов верха обуви	
6. Пакет материалов низа обуви	
7. Впорность обуви	
8. Эксплуатация в динамических условиях	
9. Цвет пакета материалов верха обуви	
10. Температуропроводность материалов низа обуви	
11. Теплопроводность материалов низа обуви	
12. Удельная теплоемкость материалов низа обуви	
13. Тепловое сопротивление материалов низа обуви	
14. Температуропроводность материалов верха обуви	
15. Теплопроводность материалов верха обуви	
16. Удельная теплоемкость материалов верха обуви	
17. Тепловое сопротивление материалов верха обуви	
18. Рельеф (рисунок) ходовой поверхности обуви	
19. Внутренняя обувь	
20. Толщина пакета материалов верха обуви	
21. Толщина пакета материалов низа обуви	

Опрашиваемым было предложено расположить факторы в порядке убывания степени их влияния на выбранный параметр оптимизации (проранжировать), т.е. фактор, который специалист или ученый считает наиболее важным, получает более высокий ранг – 1, а остальные – по степени убывания важности 2,3 и т.д.

Естественно, что каждому опрашиваемому представлялось право включить дополнительные факторы, если список, по его мнению, неполный. Если же ученый или специалист не мог указать порядок расположения для двух или нескольких рядом стоящих факторов, то им приписывается один и тот же номер, а при расчетах были введены так называемые «связанные ранги».

Форма обращения к респонденту может быть представлена в виде опросного листа.

Обработка результатов опроса была осуществлена с использованием разработанного авторами программного продукта. В таблице 2 сведены все анкеты, заполненные респондентами, а в таблице 3 приведена преобразованная с помощью разработанной программы матрица рангов и результаты расчетов коэффициента конкордации (W) и критерия Пирсона (χ^2_R). Изменения W от 0 до 1 указывает на увеличение степени согласованности во мнениях исследователей.

Гипотеза о наличии согласованности во мнениях исследователей (респондентов) может быть принята, если для 95% уровня значимости при заданном числе степеней свободы ($f = k - 1$) табличное значение $\chi^2_{R(0,95)}$ больше расчетного χ^2_R . На рисунках 1 и 2 построены средние диаграммы рангов без «еретиков» и с учетом «еретиков».

Таким образом, чем меньше будет сумма рангов данного фактора, тем более высокое место занимает он, и, следовательно, данный фактор оказывает наибольшее влияние на параметр оптимизации. Поэтому число, стоящее в «сумме рангов» таблицы 3, позволяет принять решение – велико ли влияние фактора на исследуемый процесс, или он незначим.

Согласованность во мнениях по исследуемой проблеме между респондентами оценивается с помощью коэффициента конкордации. Но всегда можно предположить, что если в опросе участвовали респонденты, уровень компетентности которых различен, то ожидать согласованности бессмысленно. Учитывая, что априорное ранжирование позволяет с минимальными затратами получить весомые ответы на заданные вопросы, возникла потребность в оценке компетентности самих респондентов. Для этого в программу были внесены изменения, которые позволяют выявить «еретиков», т.е. респондентов, чье мнение не совпадает с мнением большинства. Оценивается это по изменению коэффициента конкордации. Если его значение возрастает, то такой респондент исключается из списка, участвующих в опросе и процедура расчета повторяется, выявляя новых «еретиков». Если же коэффициент конкордации не изменяется, то данный респондент остается в списке. Операция осуществляется до тех пор, пока мнение респондентов окажется согласованным, т.е. коэффициент конкордации будет стремиться к единице. Поиск «еретиков» завершается, когда в списке остается не менее пяти респондентов (требования метода ранговой корреляции). Программа позволяет построение априорной диаграммы рангов как без «еретиков», так и с любым их числом, в зависимости от того какая задача решается. Такой подход осуществлен впервые, что делает данный метод универсальным, создающим основу для существенного снижения затрат на проведение исследований и получения более достоверной информации по результатам опроса.

Характер распределения факторов по результатам ранжирования (рис. 1) указывает на то, что при изготовлении комфортной для стопы обуви, используемой в климатических зонах с низкими температурами, особое внимание должно быть уделено не только свойствам материалов для верха и низа обуви, на что указывают высокая согласованность респондентов (X_{11} -

теплопроводность материалов низа обуви, X_6 - пакет материалов низа обуви, X_5 - пакет материалов верха обуви и др.), но и условия эксплуатации этой обуви (X_2 - температура воздуха, X_3 - время воздействия (нахождения в этой обуви), X_7 - впорность обуви и др.

По полученным данным можно решить вопрос о целесообразности использования такого пакета материалов, который бы обеспечивал требования комфортности материалов для конкретного вида обуви. В случае отсутствия для обуви материалов, обладающих требуемыми свойствами, могут быть сформулированы основные требования для изготовления таких материалов.

Чтобы иметь обоснованный объект для исследования авторами была впервые с помощью программы 3D Studio MAX 5 построена базовая модель ботинка (рис.3), которая стала основой для апробирования разработанной авторами математической модели для расчета пакета материалов с целью создания комфортности стопы в условиях воздействия на обувь низких температур.

Модель обуви построена с использованием базовых геометрических объектов:

- пяточная часть – вертикальный цилиндр;
- пяточно-перейменный участок – цилиндрический сегмент, развернутый под углом к продольной оси модели;
- носочно-пучковый участок – горизонтальный цилиндрический сегмент и сферический сегмент;
- подошва – призма и два цилиндрических сегмента.

При этом модель предполагает возможность учитывать изменения требований, которые будут предъявлены к обуви с учетом различия климатических условий регионов России.

Таким образом, использование априорного ранжирования позволить конструкторам – технологам и производителям уделить должное внимание не только свойствам материалов, из которых такая обувь изготавливается, но и, что не менее важно, как и какое время человек сможет находиться в такой обуви без ухудшения комфортности.

Таблица 2 - Матрица априорного ранжирования

Эксперты	Факторы																					
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	
1	12	11	16	17	10	9	18	15	21	7	3	5	1	8	4	6	2	19	20	13	14	
2	8	2	2	7	9	9	13	10	14	1	3	4	5	1	3	4	5	11	12	6	6	
3	9	1	6	12	7	7	13	10	15	1	3	4	5	2	3	4	5	14	11	8	8	
4	21	19	8	20	2	3	1	9	14	18	15	12	10	13	16	17	11	5	7	6	4	
5	15	16	17	18	8	5	1	19	21	3	2	20	4	6	9	10	11	14	13	12	7	
6	16	18	20	21	4	5	1	11	17	2	3	6	7	10	13	12	14	19	15	8	9	
7	5	6	8	7	1	2	9	12	21	10	3	17	16	11	4	18	15	20	19	13	14	
8	8	1	9	4	5	3	10	14	15	7	6	16	13	12	20	17	11	21	2	18	19	
9	15	11	16	17	13	14	12	18	20	8	4	7	5	9	3	6	10	21	19	1	2	
10	17	14	15	16	2	1	13	18	19	6	3	8	7	9	4	20	10	21	5	12	11	
11	4	1	3	2	5	6	13	14	21	15	9	16	7	17	8	18	19	20	10	11	12	
12	17	16	14	15	1	1	12	13	19	2	7	6	8	5	9	10	11	20	18	3	4	
13	16	5	6	19	1	2	14	20	21	13	15	8	7	9	10	11	12	17	18	3	4	
14	16	1	13	21	15	14	2	18	20	10	3	11	4	12	5	9	6	19	17	8	7	
15	19	1	6	18	11	9	7	8	20	10	2	12	3	12	4	5	13	16	17	15	14	
16	7	6	8	20	17	16	18	19	13	11	12	14	10	9	4	5	3	21	15	2	1	
17	15	13	12	16	11	10	9	16	17	6	3	3	8	7	4	5	8	14	2	1	1	
18	11	6	10	12	3	2	8	3	7	4	4	9	3	4	4	5	3	4	2	1	1	
19	3	2	2	4	1	1	2	2	3	3	1	2	1	2	5	2	3	4	2	3	1	
20	1	1	1	2	1	1	2	2	3	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	
21	2	1	3	5	1	1	9	5	6	3	2	9	4	3	2	9	6	8	7	1	1	
22	15	17	14	16	1	5	14	4	18	3	13	12	8	6	7	17	11	2	10	3	9	
23	13	1	14	20	6	7	5	18	19	3	4	21	17	8	10	9	16	2	11	15	12	
24	16	8	1	18	4	3	2	11	21	10	5	12	13	14	6	15	17	20	19	9	7	
25	11	1	4	12	3	2	10	13	14	6	5	4	2	7	8	4	3	2	9	3	2	
26	2	12	12	11	8	7	14	6	15	5	3	1	1	4	2	1	3	13	10	9	9	
27	1	3	12	14	9	8	15	13	18	6	2	4	5	7	2	4	5	17	16	11	10	
28	6	7	8	9	1	1	10	15	14	5	4	3	2	3	3	3	4	11	6	12	13	
29	4	5	6	7	2	2	8	9	10	3	3	2	2	1	1	1	1	11	4	3	3	
30	10	8	11	9	12	12	14	13	7	4	3	2	5	4	3	1	5	15	16	6	6	

Таблица 3 - Преобразованная матрица рангов и результаты расчетов

Фактор	Ранги																					Сум			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		22	23	24
1	12	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
2	14	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	15	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	16	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
5	17	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1
6	18	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1
7	19	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1
8	20	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1
9	21	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	1
10	22	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1
11	23	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
12	24	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
13	25	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
14	26	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
15	27	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
16	28	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
17	29	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
18	30	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
19	31	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
20	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
21	33	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
22	34	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
23	35	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
24	36	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
25	37	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15
26	38	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
27	39	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
28	40	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18
29	41	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
30	42	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
31	43	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
32	44	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22
33	45	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23
34	46	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24
35	47	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25
36	48	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26
37	49	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27
38	50	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28
39	51	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29
40	52	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30
41	53	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
42	54	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32
43	55	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
44	56	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34
45	57	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35
46	58	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36
47	59	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37
48	60	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
49	61	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39
50	62	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40
51	63	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
52	64	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42
53	65	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43
54	66	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44
55	67	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45
56	68	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46
57	69	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47
58	70	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48
59	71	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49
60	72	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50
61	73	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
62	74	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52
63	75	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53
64	76	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54
65	77	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55
66	78	79	78	77	76	75	74	73																	

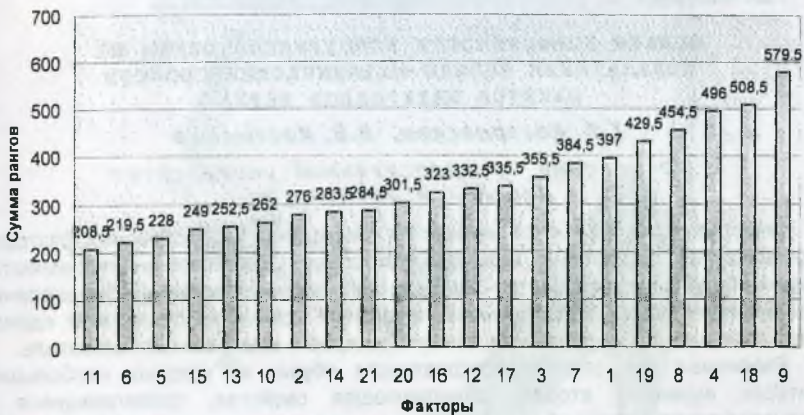


Рисунок 1 - Априорная диаграмма рангов

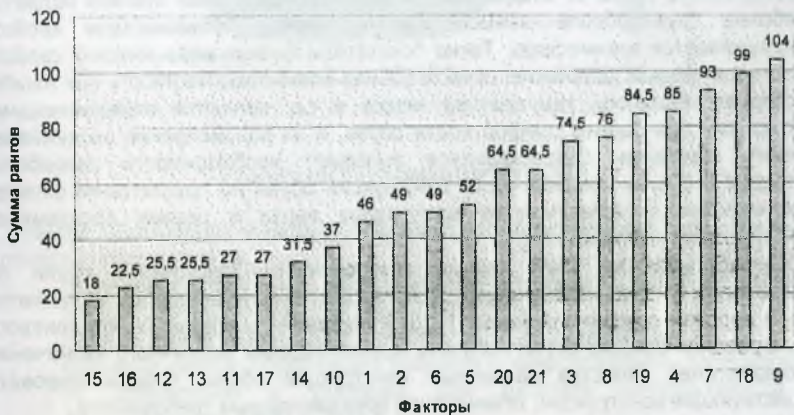


Рисунок 2 - Априорная диаграмма рангов без «еретиков»



Рисунок 3 - Базовая модель ботинка, построенная с помощью программы 3D Studio MAX 5