

**АНАЛИЗ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ГРАДИЕНТНОГО ПРОФИЛЯ
ИОНООБМЕННЫХ ВОЛНОВОДОВ**

Маногаров А.И., Рудоман А.Н.

Кубанский государственный университет,
Краснодар, e-mail: kubsu.ru

При выполнении численного моделирования градиентного профиля показателя преломления ионообменных волноводов были взяты восемь экспериментальных планарных волноводов, выполнен-

ных в стеклах К8 и КФ4. Образцы выполнены при помощи ионообменной диффузии. Для получения различных технологических параметров в процессе их формирования путем погружения стеклянной подложки соответствующей серии в соленый раствор, в котором в качестве ионов-диффузанта в данном случае выступают одновалентные катионы Ag^+ , изменялась температура жидкости и время контакта подложки с ней. Технологические данные по экспериментальным образцам представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технологические данные экспериментальных планарных волноводов

Тип волновода	Порядок моды m	Эффективные показатели преломления $\{N_m^{эксп}\}$ волноводных мод
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5160$; $C_0^d=1$; $T=300^\circ C$; $t=30$ мин (КФ4 – 1)	0	1.5689
	1	1.5502
	2	1.5328
	3	1.5169
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5160$; $C_0^d=1$; $T=300^\circ C$; $t=120$ мин (КФ4 – 2)	0	1.5773
	1	1.5652
	2	1.5556
	3	1.5466
	4	1.5375
	5	1.5284
6	1.5192	
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5160$; $C_0^d=1$; $T=300^\circ C$; $t=300$ мин (КФ4 – 3)	0	1.5816
	1	1.5722
	2	1.5651
	3	1.5589
	4	1.5532
	5	1.5475
	6	1.5420
	7	1.5363
	8	1.5304
	9	1.5246
10	1.5189	
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5136$; $C_0^d=1$; $T=360^\circ C$; $t=20$ мин (К8 – 1)	0	1.5656
	1	1.5521
	2	1.5395
	3	1.5267
4	1.5147	
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5136$; $C_0^d=1$; $T=350^\circ C$; $t=30$ мин (К8 – 2)	0	1.5642
	1	1.5511
	2	1.5388
	3	1.5264
4	1.5148	
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5136$; $C_0^d=1$; $T=350^\circ C$; $t=60$ мин (К8 – 3)	0	1.5660
	1	1.5554
	2	1.5459
	3	1.5364
	4	1.5268
5	1.5173	
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5136$; $C_0^d=1$; $T=350^\circ C$; $t=120$ мин (К8 – 4)	0	1.5682
	1	1.5601
	2	1.5531
	3	1.5465
	4	1.5399
	5	1.5333
	6	1.5265
	7	1.5197
8	1.5139	
Ag^+ :ТСМ; $n=1, 5136$; $C_0^d=1$; $T=350^\circ C$; $t=180$ мин (К8 – 5)	0	1.5699
	1	1.5627
	2	1.5565
	3	1.5506
	4	1.5450
	5	1.5395
	6	1.5338
	7	1.5282
	8	1.5225
9	1.5169	

Для каждого из восьми экспериментальных образцов была написана прикладная программа, которая позволяет сравнить и проанализировать полученные данные экспериментально и теоретически. Для оценки эффективности того или иного метода расчета

профиля показателя преломления все профильные функции, рассчитанные для каждого экспериментального образца в отдельной программе, были сведены в одном графике. Для каждого планарного волновода диаграмма отображена на рисунках 1 – 8.

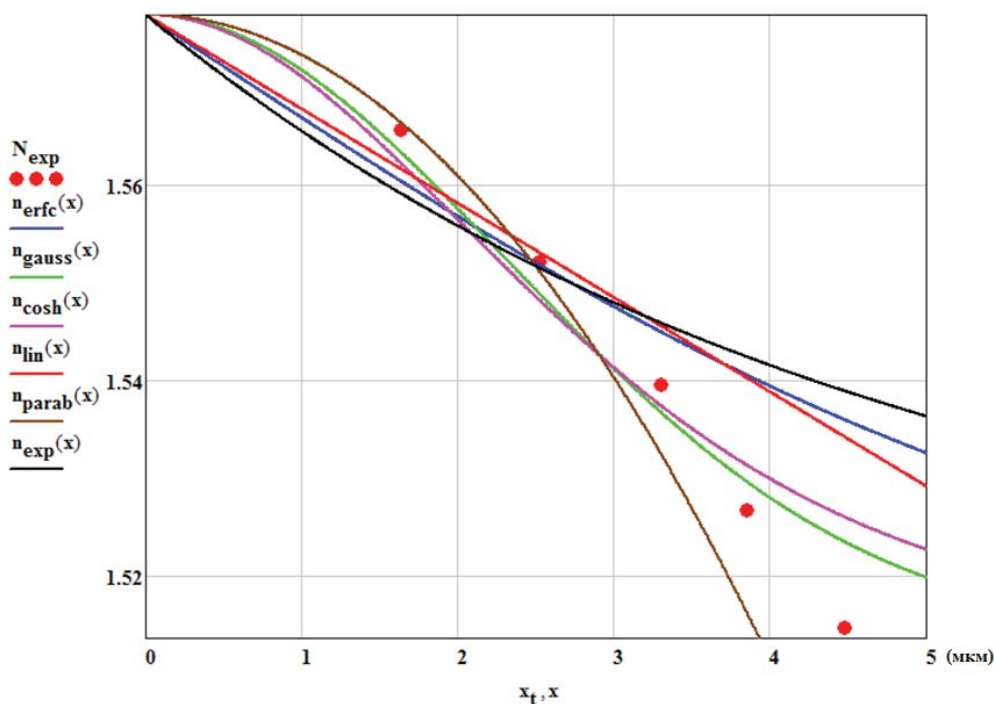


Рис. 1. Профили показателя преломления 5-модового волновода (образец K8 – 1)

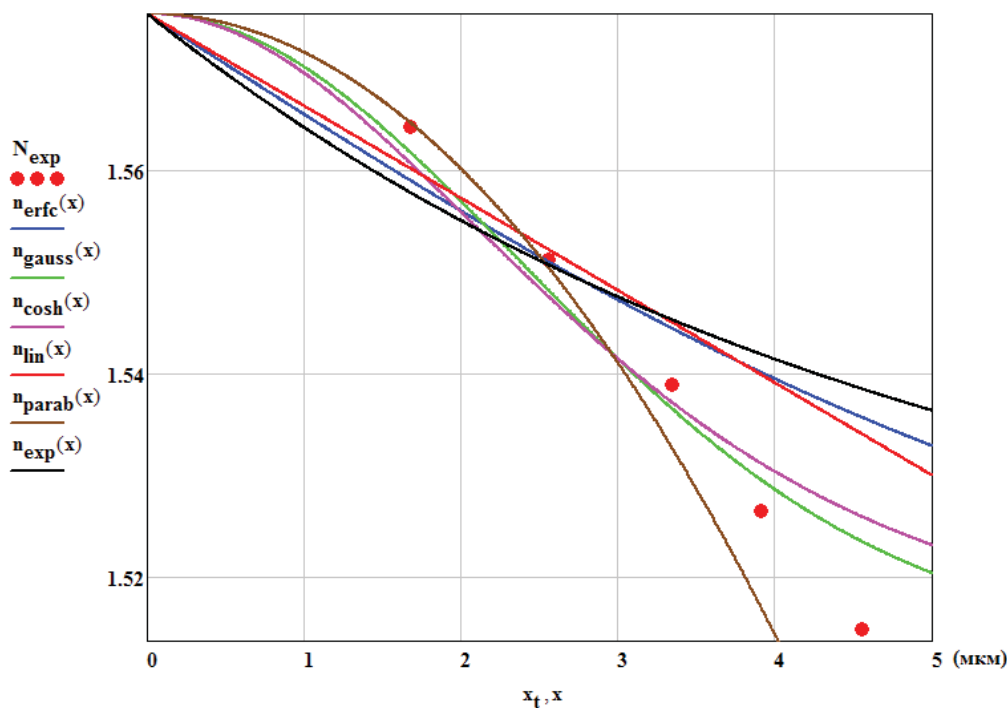


Рис. 2. Профили показателя преломления 5-модового волновода (образец K8 – 2)

Получены результаты для всех экспериментальных образцов: поверхностное приращение показателя преломления Δn , эффективная глубина волновода d (мкм), среднеквадратичная погрешность s , индекс корреляции g (таблица 2). Можно сделать оценку эффективности применения конкретной регрессионной функции.

Основными критериями для оценки добротности численной регрессии являются величина среднеквадратичной ошибки и индекс корреляции. Последний критерий изменяется в пределах от 0 до 1. При наличии функциональной зависимости $g = 1$; в случае отсутствия связи $g = 0$.

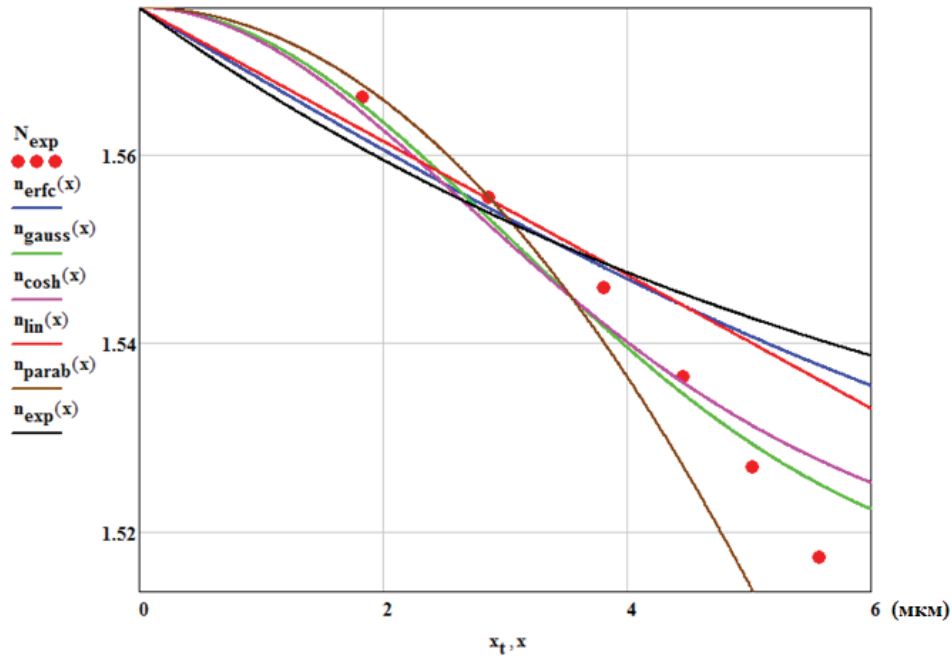


Рисунок 3 – Профили показателя преломления 6-модового волновода (образец К8 – 3)

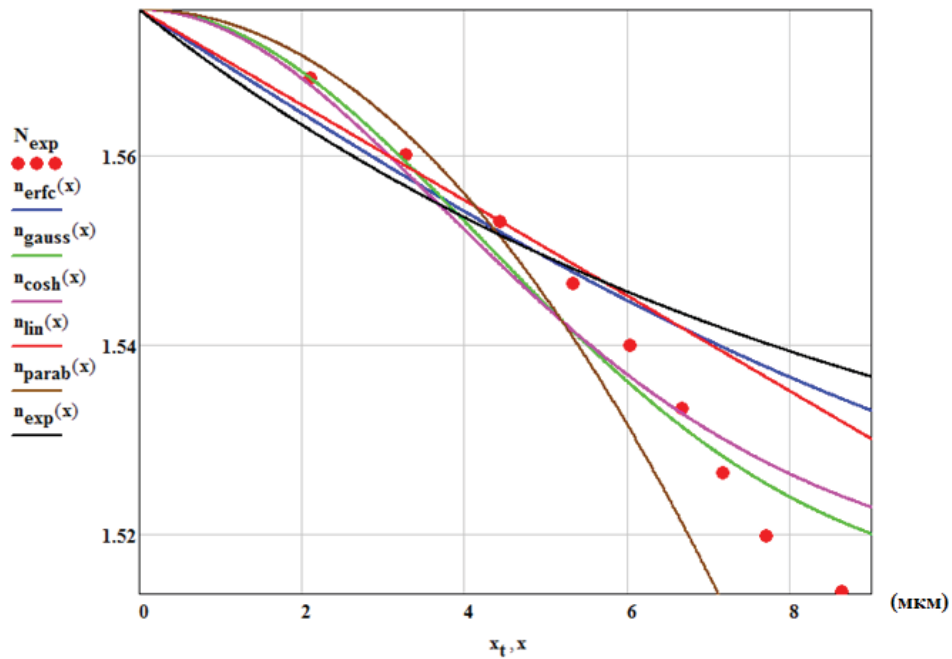


Рисунок 4 – Профили показателя преломления 9-модового волновода (образец К8 – 4)

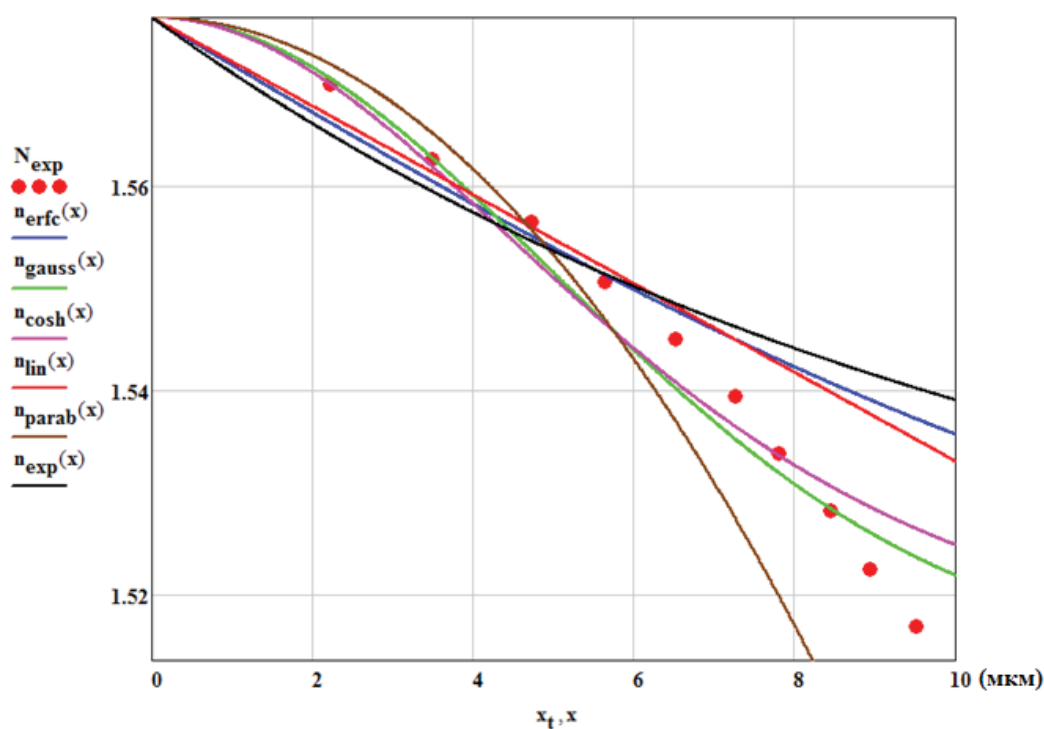


Рисунок 5 – Графики профилей показателя преломления 10-модового волновода (образец К8 – 5)

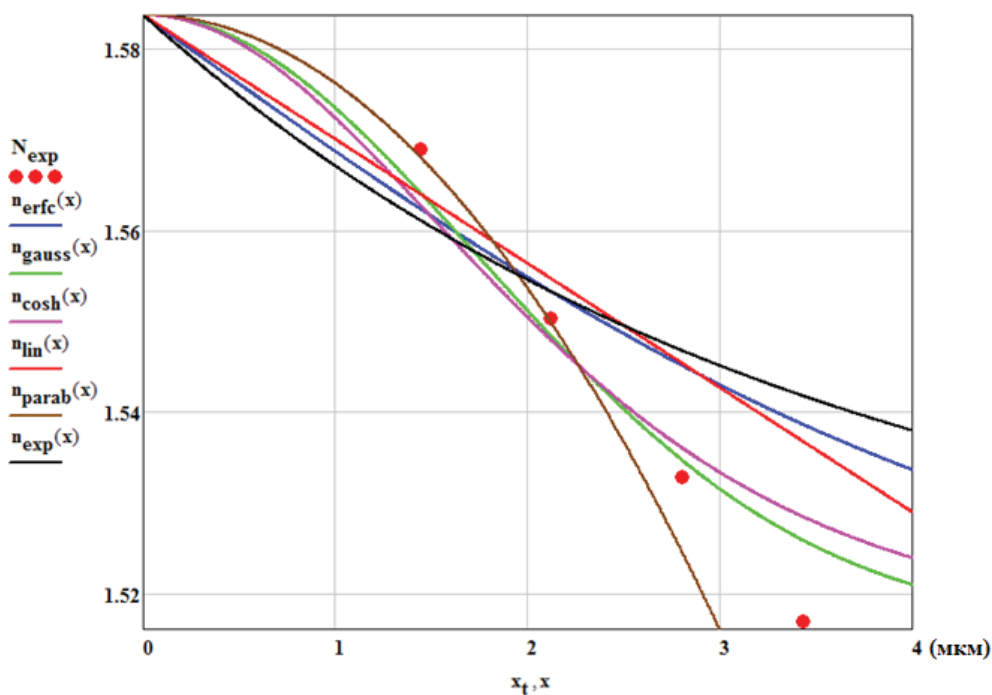


Рисунок 6 – Графики профилей показателя преломления 4-модового волновода (образец КФ4 – 1)

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что наименьшие значения средне-квадратичной погрешности ($s \sim 10^{-4}$) и индекса корреляции ($g \sim 0,98$) для используемых ионообмен-

ных волнопроводов обеспечивает регрессия профиля показателя преломления гауссовой функцией и функцией обратного квадрата гиперболического косинуса.

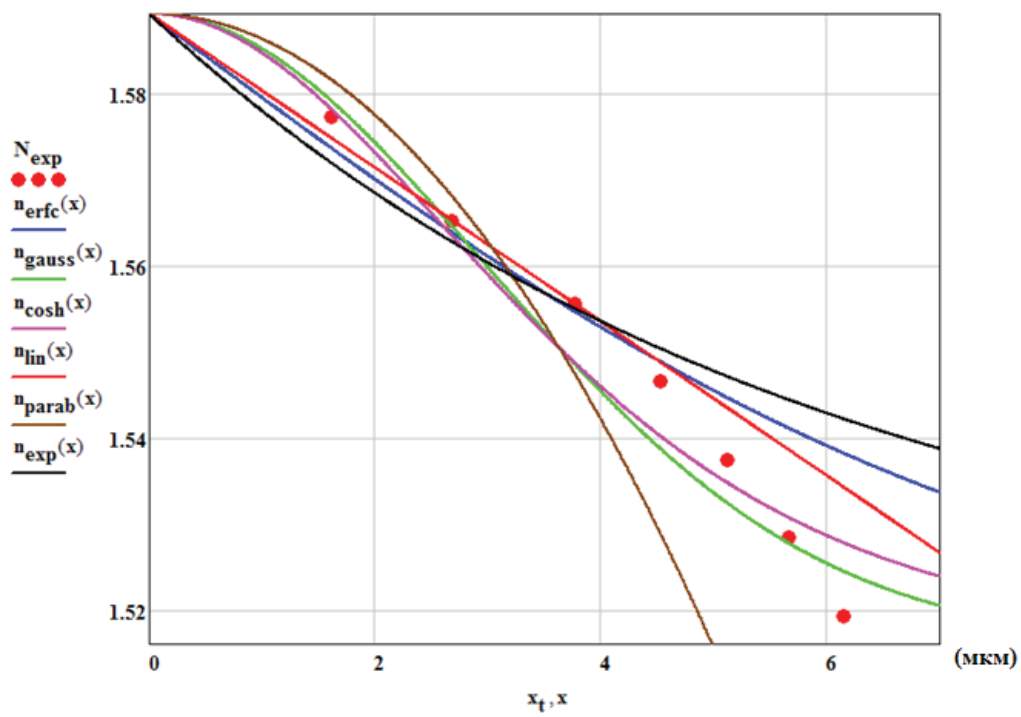


Рисунок 7 – Графики профилей показателя преломления 7-модового волновода (образец КФ4 – 2)

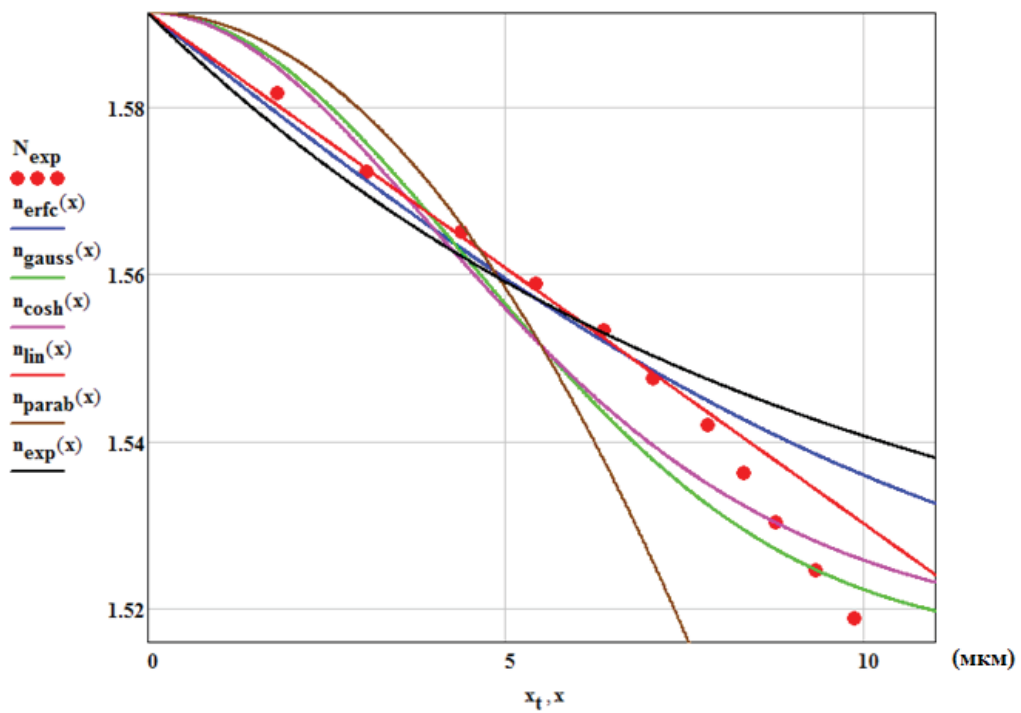


Рисунок 8 – Графики профилей показателя преломления 11-модового волновода (образец КФ4 – 3)

Таблица 2

Результаты по экспериментальным образцам волноводных серий К8 и КФ4

Тип волновода	Профильная функция	Поверхностное приращение показателя Δn	Эффективная глубина d (мкм)	Среднеквадратичная погрешность σ	Индекс корреляции γ
К8-1	erfc	0.063693	6.778991	6.971615×10^{-4}	0.842485
	gauss		3.275331	1.092142×10^{-4}	0.977003
	cosh		3.065718	1.803538×10^{-4}	0.961728
	linear		6.611202	6.145971×10^{-4}	0.862642
	parab		3.933119	5.576207×10^{-4}	0.876282
	expon		4.83765	9.110766×10^{-4}	0.787865
К8-2	erfc	0.061762	6.979626	6.775036×10^{-4}	0.836746
	gauss		3.354513	1.038102×10^{-4}	0.976757
	cosh		3.142325	1.724933×10^{-4}	0.96107
	linear		6.794865	6.033658×10^{-4}	0.856129
	parab		4.020741	4.763015×10^{-4}	0.888366
	expon		4.99273	8.783366×10^{-4}	0.781829
К8-3	erfc	0.061882	9.131159	6.825374×10^{-4}	0.830897
	gauss		4.286259	9.081214×10^{-5}	0.979187
	cosh		4.048278	1.494166×10^{-4}	0.965517
	linear		8.744106	5.974335×10^{-4}	0.853812
	parab		5.035073	6.086622×10^{-4}	0.850824
	expon		6.621479	8.907224×10^{-4}	0.771981
К8-4	erfc	0.061846	12.634909	1.029591×10^{-3}	0.820725
	gauss		5.964878	1.484892×10^{-4}	0.976179
	cosh		5.595004	2.350257×10^{-4}	0.962024
	linear		12.249271	8.835982×10^{-4}	0.848453
	parab		7.121944	1.591447×10^{-3}	0.703892
	expon		9.093146	1.384024×10^{-3}	0.749149
К8-5	erfc	0.062895	15.176443	9.895826×10^{-4}	0.826721
	gauss		7.028517	1.264255×10^{-4}	0.979572
	cosh		6.64712	1.899803×10^{-4}	0.96914
	linear		14.484036	8.344603×10^{-4}	0.856204
	parab		8.227935	1.734445×10^{-3}	0.667242
	expon		11.054259	1.339504×10^{-3}	0.756003
КФ4-1	erfc	0.067658	5.014555	6.712101×10^{-4}	0.862417
	gauss		2.467413	1.087133×10^{-4}	0.979029
	cosh		2.297876	1.850704×10^{-4}	0.964027
	linear		4.942538	5.925472×10^{-4}	0.879655
	parab		2.998512	5.428784×10^{-4}	0.890367
	expon		3.54311	8.778476×10^{-4}	0.815401
КФ4-2	erfc	0.073315	8.434099	5.934115×10^{-4}	0.903631
	gauss		4.18244	1.684658×10^{-4}	0.973612
	cosh		3.926983	1.771766×10^{-4}	0.972228
	linear		8.187166	3.778409×10^{-4}	0.939783
	parab		4.986829	3.880991×10^{-3}	0.446981i
	expon		5.971757	9.25341×10^{-4}	0.844947
КФ4-3	erfc	0.075177	12.683856	6.680332×10^{-4}	0.922872
	gauss		6.338513	4.302625×10^{-4}	0.951041
	cosh		5.951198	3.458885×10^{-4}	0.960838
	linear		12.31546	3.145179×10^{-4}	0.964456
	parab		7.558036	0.010147	1.119265i
	expon		8.950529	1.160864×10^{-3}	0.861557

**АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ
СКЕЛЕТНОЙ МОДЕЛИ ЧЕЛОВЕКА
НА ОСНОВЕ МАССИВА ОПОРНЫХ ТОЧЕК,
ПОЛУЧАЕМЫХ СОВОКУПНОСТЬЮ
КОНТРОЛЛЕРОВ KINEST**

Михаеску С.В., Трунов А.С., Воронова Л.И.

Российский государственный гуманитарный университет,
Москва, e-mail: savva.mikh@gmail.com

В настоящее время важной и востребованной задачей, в рамках технологии программно – аппаратного моделирования, является моделирование человека, особенно, в режиме реального времени. Технология программно-аппаратного моделирования позволяет создавать и управлять персонажами мультфильмов и компьютерных игр, используется в тренировочном

процессе спортсменов, в медицине для ускорения реабилитации, а так же для управления роботами.

Одним из направлений в программно-аппаратном моделировании является построение трехмерной модели человека. Особенность моделирования поведения человека в режиме реального времени заключается в том, что человек осознанно может совершать определенные действия, влекущие за собой последствия, возникающие уже в виртуальном пространстве.

Моделирование поведения человека с последующим анализом могут быть направлены на определение положения человека в пространстве, его позы, жестов или выражения лица. Для анализа положения человека в пространстве, его позы и жестов рациональнее всего строить виртуальный скелет человека.