

© В.П. Котеков¹, А.И. Андреев², Г.Н. Пестов², Я.Г. Малкова², М.Ю. Разумова¹

¹ ГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

² ГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

г. Пермь, Россия

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОБЩЕЙ ТОКСИЧНОСТИ МАСЛА «ЖИВИЦА АКТИВ»

1. ВЛИЯНИЕ МАСЛА «ЖИВИЦА АКТИВ» НА ДИНАМИКУ МАССЫ ТЕЛА, СОСТОЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ПОЧЕК КРЫС

Аннотация. В опытах на белых крысах проведено изучение общей токсичности продукта функционального питания масло «Живица актив». Композицию вводили в течение 4-х недель ежедневно через рот в дозах, равных суточной и 10-кратной ей. Оценивали динамику массы тела, состояние центральной нервной системы и почек. Показано, что в суточной дозе масло «Живица актив», как и эталон сравнения, не оказывает неблагоприятного влияния на состояние животных. В дозе, превышающей суточную в 10 раз, масло «Живица актив» вызывает однонаправленные с эталоном изменения показателей «открытого поля», удельной массы и pH мочи. Полученные результаты позволяют рекомендовать масло «Живица актив» производства ООО НПК «Апифито групп» (Россия) в качестве продукта функционального питания для проведения процедуры регистрации.

Ключевые слова: масло «Живица актив», масло кедровое, крысы, токсичность.

© V.P. Kotegov¹, A.I. Andreev², G.N. Pestov², Ya.G. Malkova², M.Yu. Razumova¹

¹Perm National Research Polytechnic University

²Perm State National Research University

Perm, Russia

EXPERIMENTAL STUDYING OF GENERAL TOXICITY OF "ZHIVITSA ACTIVE" OIL

1. INFLUENCE OF OIL "ZHIVITSA ACTIVE" ON THE DYNAMICS OF BODY WEIGHT, CENTRAL NERVOUS SYSTEM AND KIDNEYS OF RATS

Abstract. In the experiments on white rats we studied general toxicity of the functional nutrition product Oil "Zhivitsa Active". The compound was administered for 4 weeks daily orally at the doses of one daily and 10-fold. The dynamics of body weight, condition of the central nervous system and kidneys were evaluated. It was shown that a therapeutic dose of Oil "Zhivitsa Active" had no adverse effect on the condition of the animals. A 10 fold therapeutic dose caused one-way with the standard changes in the indices of the "open field test", specific gravity and pH of urine. The obtained results allow us to recommend Oil "Zhivitsa Active" produced by LLC RPC "Apifitogrupp" (Russia) as a functional nutrition product for the registration procedure.

Keywords: Oil "Zhivitsa Active", cedar oil, rats, toxicity.

Введение. Немедикаментозные мероприятия имеют особое значение в первичной и вторичной профилактике ишемической болезни сердца (ИБС). Характер жизнедеятельности человека в последние годы претерпел значительные изменения, что особенно заметно среди жителей промышленно-развитых стран. Наряду с гиподинамией, ростом потребления алкоголя, курением табака, возрастанием нервного напряжения, ухудшением экологической обстановки отмечаются и существенные изменения в характере питания населения. В частности, изменился качественный состав жиров – возросло потребление рафинированных продуктов, освобожденных от балластных компонентов (клетчатка и другие сложные полисахариды). Это обуславливает возрастание калорийности пищи, снижает ее роль в регуляции секреторной, моторной, всасывательной и эндокринной функции органов пищеварения, способствуя появлению избыточной массы тела, нарушению липидного и углеводного обмена веществ. Серьезную проблему представляет недостаточное поступление в организм эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). В настоящее время в рационе питания преобладают рафинированные растительные масла, получаемые за счет вымораживания фосфолипидов или отделения их путем обработки водяным паром, минеральными кислотами и щелочами. Результаты эпидемиологических исследований подтверждают связь распространенности ИБС с недостаточным поступлением с пищей ПНЖК, фосфолипидов и природных антиоксидантов [1].

В ООО «Научно-производственная компания «Апифито групп» (г. Пермь) разработан диетический профилактический продукт – масло «Живица актив», в состав которого входят масло кедровое, масло облепиховое, живица кедровая, прополис. Масло кедровое, как известно, обладает общеукрепляющим действием, способствует устранению синдрома хронической усталости, повышает работоспособность и адаптивные возможности организма, особенно в зонах с неблагоприятными

климатическими и экологическими условиями жизни. Оно эффективно при лечении заболеваний верхних дыхательных путей и желудочно-кишечного тракта. Масло кедровое предотвращает ломкость волос, ногтей, применяется при псориазе, дерматитах, диатезе, крапивнице, нейродермите, пролежнях, эрозиях, трофических язвах, ожогах и обморожениях, способствует выведению из организма солей тяжелых металлов, радионуклидов [2].

Кедровая живица – активный природный антиоксидант, обладающий противомикробным, противовоспалительным, иммуностимулирующим, ранозаживляющим действием, причем, в отличие от смолы других хвойных деревьев, не проявляет раздражающего эффекта [4]. Биологическое действие масла облепихового обусловлено его регенеративными свойствами. Оно ускоряет рост грануляций в ранах и язвах, стимулирует репаративные процессы в коже и слизистых оболочках. Обладает онко- и радиопротекторным действием, антиоксидантными, общеукрепляющими и антибактериальными свойствами. Благодаря наличию полиненасыщенных жирных кислот облепиховое масло эффективно при лечении атеросклероза.

Для прополиса характерны антимикробные, местноанестезирующие, иммуномодулирующие, противовоспалительные, антиоксидантные, гепатопротекторные, адаптогенные, противоопухолевые свойства. Он стимулирует регенеративные процессы, ускоряет заживление ран, снижает воздействие ионизирующей радиации, уменьшает хрупкость и проницаемость сосудов, улучшает микроциркуляцию, предотвращает процессы склерозирования [3].

Цель исследования – сравнительное изучение подострой токсичности масла «Живица актив» и масла кедрового производства ООО «Тейское Синегорье» в опытах на белых крысах при ежедневном 4-х-недельном введении в дозах суточной и 10-кратной ей.

Задачи исследования: изучение влияния масла «Живица актив» и эталона сравнения на динамику массы тела, состояние центральной нервной

системы и почек крыс.

Материалы и методы. Для проведения токсикологических исследований получены образцы масла «Живица актив» во флаконах по 100 мл производства ООО НПК «Апифитогрупп» серии 17.11.2013. В качестве эталона сравнения использовано масло кедровое во флаконах по 160 мл производства ООО «Тейское синегорье» серии 04.06.2013.

Масло «Живица актив» – продукт функционального питания на основе кедрового масла, обогащенного кедровой смолой, облепиховым маслом и прополисом (табл. 1).

Таблица 1

Сводная рецептура масла «Живица актив»

№ п/п	Наименование сырья	Массовая доля, %, в 100 мл готовой продукции
1	Масло кедровое	35,0
2	Масляный экстракт хвои кедровой (1:10)	29,0
3	Масляный экстракт прополиса	29,0
4	Масло облепиховое	5,0
5	Живица кедровая	2,0

Исследования выполнены в лаборатории экспериментальной фармакологии Пермского государственного национального исследовательского университета. Подострую токсичность масла «Живица актив» и эталона сравнения изучали на белых нелинейных крысах обоего пола массой 140–160 г. разводки питомника лабораторных животных «Пушино», Московская область, прошедших 10-суточный карантин. Животных содержали в пластиковых клетках площадью 2150 см² по 4 особи, на подстилке из мелкой древесной стружки при естественном световом режиме, кормили брикетированными и натуральными кормами в соответствии с нормами, утвержденными МЗ СССР.

Подопытные животные были разделены на 5 групп по 8 особей в каждой. Группы формировались методом случайных чисел с использованием массы тела в качестве ведущего признака [5]. Сравниваемые средства

вводили внутривенно ежедневно однократно, в течение 4-х недель в дозах 570 и 5700 мг/кг:

Группа самцы – Масло «Живица актив» 570 мл/кг;

Масло «Живица актив» 5700 мл/кг;

Эталон сравнения 570 мл/кг;

Эталон сравнения 5700 мл/кг;

Контроль

Группа самки - Масло «Живица актив» 570 мл/кг;

Масло «Живица актив» 5700 мл/кг;

Эталон сравнения 570 мл/кг;

Эталон сравнения 5700 мл/кг;

Контроль

При выборе доз вводимых композиций учитывалось, что для масла «Живица актив» (суточная доза внутрь для человека 90 капель = 6 мл, то есть 0,086 мл/кг) результат перерасчета на крыс составил 0,57 мл/кг (~570 мг/кг). Вторая используемая в проводимом исследовании доза превышала ее в 10 раз – 5,7 мл/кг (~5700 мг/кг).

Исследование функций жизненно-важных органов и систем животных проводили в динамике: до введения апробируемых средств (исходные данные) и через 4 недели. Исключение составил тест «открытое поле», проводимый только в конце опыта. Это обусловлено спецификой данного метода, оценивающего первичную поведенческую реакцию животных в незнакомых им условиях.

У всех крыс анализировали динамику массы тела, выживаемость, функциональное состояние центральной нервной системы и почек. Животных взвешивали до, а также через 1, 2, 3 и 4 недели после начала исследования.

Действие масла «Живица актив» и эталона сравнения на центральную нервную систему изучали методом «открытого поля» с определением

двигательной, исследовательской и ориентировочной активности. О влиянии на спонтанную двигательную активность судили по количеству пересеченных животными за 4 минуты квадратов счетной площадки, об исследовательской активности – по числу заглядываний в отверстия поля, а об ориентировочной способности – по числу вертикальных стоек.

О влиянии масла «Живица актив» на функциональное состояние почек судили по результатам анализа мочи, выполненного у крыс с помощью анализатора мочи LabUReader Plus (объем мочи за 18 часов, pH, удельная масса). Исследования на животных выполнены в соответствии с Европейской конвенцией по защите и использованию позвоночных животных для экспериментальных и других целей EST №123 (1986 г.), ст. 37 и ст. 40 Федерального закона «О лекарственных средствах» (1998 г.), «Правилами лабораторной практики в Российской Федерации» (2003 г.).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 13-03-96025_р_урал_а «Электрохимические сенсоры на основе селективно проницаемых золь-гель пленок для анализа биологических маркеров». Материалы исследований обрабатывали статистически [3] общепринятым методом по Стьюденту с вычислением среднего арифметического значения (M), средней ошибки средней арифметической (m) и с использованием 95 % уровня достоверности отличий ($p < 0,05$).

Результаты. В контрольной серии эксперимента у самцов крыс отмечалась стабильная положительная динамика массы тела: через 1 неделю опыта они прибавляли в весе на 5,7 %, через 2 недели – на 26,5 %, спустя 3 недели – на 36,6 %, а к концу месяца – на 46,2 % (табл. 2). Масло «Живица актив» и эталон сравнения спустя 1 неделю применения в минимальной апробированной дозе увеличивали прирост массы тела животных. В максимальной дозе масло «Живица актив» не изменяло динамику веса крыс, тогда как эталон сравнения на 2-й, 3-й и 4-й неделях введения замедлял ее.

В контрольной группе исследования темпы увеличения массы тела у

самок крыс была сопоставима с таковой у самцов: через 1 неделю они прибавляли в весе на 8,9 %, через 2 недели – на 22,3 %, к концу 3-й недели – на 29,4 %, спустя месяц – на 38,3 % (табл. 3). Масло «Живица актив» и эталон сравнения в минимальной дозе через 1 неделю после начала исследования увеличивали прирост массы тела животных, не изменяя его в 10-кратной суточной дозе.

Таблица 2

Влияние Масла «Живица актив» на динамику массы тела крыс

Серия опыта	исх., гр.	1нед., %	2нед., %	3нед., %	4нед., %	исх., гр.	1нед., %	2нед., %	3нед., %	4нед., %
	Масло «Живица актив»					Эталон				
	Самцы					Самцы				
570 мг/кг	151,3 ±6,4	+12,0 ±1,3*	+23,9 ±3,0	+31,8 ±2,3	+39,7 ±2,5	150,0 ±6,2	+12,5 ±1,7*	+26,7 ±2,3	+33,6 ±3,5	+38,7 ±4,5
5700 мг/кг	153,8 ±2,5	+11,4 ±0,9*	+23,9 ±2,5	+34,1 ±3,0	+39,8 ±3,4	150,6 ±3,7	+ 6,6 ±1,6	+14,5 ±2,1*	+22,4 ±2,9*	+34,9 ±3,0*
	Самки					Самки				
570 мг/кг	143,8 ±5,0	+ 9,5 ±1,0	+11,0 ±1,8*	+30,4 ±1,3	+39,1 ±1,8	142,5 ±4,3	+13,0 ±0,9*	+23,4 ±1,7	+31,9 ±1,8	+40,1 ±2,0
5700 мг/кг	147,5 ±3,1	+15,7 ±1,5*	+24,1 ±2,0	+31,4 ±2,4	+38,2 ±2,6	141,3 ±3,7	+11,0 ±1,3	+22,5 ±1,6	+32,7 ±1,3	+42,0 ±2,5
	Самцы					Самки				
Контроль	155,6 ±5,0	+ 5,7 ±1,0	+26,5 ±1,0	+36,6 ±1,5	+46,2 ±2,2	140,6 ±4,3	+ 8,9 ±1,4	+22,3 ±2,1	+29,4 ±2,2	+38,3 ±3,0

Примечание: достоверность отличий по сравнению с контролем при $p < 0,05$ – *.

Таким образом, месячное введение масла «Живица актив» в суточной и 10-кратной суточной дозе не оказывало негативного влияния на прирост веса крыс, тогда как эталон сравнения в максимальной апробированной дозе у самцов крыс его замедлял.

В минимальной апробированной дозе масло «Живица актив» и эталон сравнения на двигательную, ориентировочную и исследовательскую активность животных не влияли. В 10-кратной суточной дозе оба продукта в 2–2,2 раза повышали у крыс обоего пола число заглядываний в отверстия «поля» и число вертикальных вставаний (табл. 3).

Масло «Живица актив» в максимальной испытанной дозе повышало у

крыс удельную массу мочи, тогда как аналогичный эффект у эталона сравнения отмечался в обеих дозах. Оба продукта уменьшали у животных pH мочи (табл. 4).

Таблица 3

Влияние масла «Живица актив» на функциональное состояние центральной нервной системы крыс

Серия опыта	□	⊥	●	□	⊥	●
	Масло «Живица актив»			Эталон		
570 мг/кг 5700 мг/кг	Самцы			Самцы		
	21,5±3,2	5,1±1,0	1,8±0,4	26,8±2,4	4,5±0,7	2,5±0,5
	26,0±2,7	9,1±1,0*	3,9±0,7*	25,5±2,2	8,3±0,6*	3,8±0,5*
570 мг/кг 5700 мг/кг	Самки			Самки		
	22,8±1,7	4,5±0,4	1,9±0,2	21,9±2,6	4,1±0,4	2,0±0,2
	24,3±3,0	6,3±0,7	3,4±0,4	23,9±1,7	7,0±0,6*	3,0±0,4*
Контроль	Самцы			Самки		
	24,0±2,9	4,1±0,9	1,8±0,5	21,6±2,5	4,4±0,7	1,9±0,2

Примечание: достоверность отличий по сравнению с контролем при $p < 0,05$ – *

□ – пересеченные квадраты,

⊥ – вертикальные вставания,

● – заглядывания в отверстия.

Таблица 4

Влияние масла «Живица актив» на функцию почек крыс

Объем мочи, мл		Уд. масса ед.		pH		Объем мочи, мл		Уд. масса ед.		pH	
исх.	1 мес.	исх.	1 мес.	исх.	1 мес.	исх.	1 мес.	исх.	1 мес.	исх.	1 мес.
Самцы						Самцы					
Масло «Живица актив» 570 мг/кг						Эталон 570 мг/кг					
2,11 ±0,24	2,18 ±0,27	1013 ±0,62	1012 ±0,62	8,38 ±0,12	7,81 ±0,06*	2,15 ±0,19	2,16 ±0,27	1014 ±0,62*	1014 ±1,24	8,44 ±0,12	7,13 ±0,24*
Масло «Живица актив» 5700 мг/кг						Эталон 5700 мг/кг					
2,18 ±0,19	2,23 ±0,24	1014 ±0,62*	1017 ±2,48	8,31 ±0,06	6,75 ±0,12*	2,14 ±0,25	2,16 ±0,21	1013 ±0,62	1025 ±1,24*	8,25 ±0,12	6,63 ±0,12*
Самки						Самки					
Масло «Живица актив» 570 мг/кг						Эталон 570 мг/кг					
1,89 ±0,31	1,81 ±0,26	1012 ±0,62	1011 ±1,24*	8,31 ±0,06	7,88 ±0,06	1,91 ±0,24	1,85 ±0,21	1011 ±1,24	1010 ±1,24*	8,25 ±0,19	7,25 ±0,19*
Масло «Живица актив» 5700 мг/кг						Эталон 5700 мг/кг					
1,87 ±0,17	1,82 ±0,22	1013 ±1,24	1016 ±1,24	8,43 ±0,12	7,00 ±0,12*	1,82 ±0,16	1,80 ±0,17	1014 ±0,62	1021 ±1,24*	8,37 ±0,12	6,81 ±0,12*
Контроль, самцы						Контроль, самки					
2,16 ±0,19	2,20 ±0,21	1012 ±0,62	1013 ±0,62	8,44 ±0,12	8,31 ±0,19	1,81 ±0,14	1,83 ±0,19	1013 ±0,62	1014 ±0,62	8,31 ±0,12	8,25 ±0,19

Примечание: достоверность отличий по сравнению с контролем при $p < 0,05$ – *.

Обсуждение. В процессе изучения подострой токсичности не выявлено отрицательных эффектов масла «Живица актив», вводимого животным в суточной дозе. При использовании в дозе, 10-кратно превышающей суточную, оно, как и эталон сравнения, увеличивает у крыс удельную массу мочи, ориентировочную и исследовательскую активность. Обращает на себя внимание, что и в максимальной апробированной дозе не отмечено неблагоприятного влияния изучаемого продукта на динамику массы тела. Отмеченные особенности его токсикодинамики могут быть обусловлены адаптогенными свойствами, в основе которых – антиоксидантная активность кедровой живицы, прополиса и облепихового масла [1].

Выводы

1. При месячном ежедневном введении в суточной дозе масло «Живица актив», как и эталон сравнения, не оказывает неблагоприятного воздействия на состояние животных.

2. При использовании в дозе, превышающей суточную дозу в 10 раз, масло «Живица актив» вызывает одностороннее с эталоном сравнения изменения состояния центральной нервной системы и функции почек крыс.

Полученные результаты позволяют рекомендовать масло «Живица актив» производства ООО НПК «Апифитогрупп» (Россия) в качестве продукта функционального питания для проведения процедуры регистрации.

Список литературы:

1. *Владимирский Е.В., Бородина Е.Н., Абашева Н.М.* Клиническая эффективность и безопасность включения в рацион питания пациентов с кардиоваскулярной патологией диетического профилактического продукта «Масло Гармоникум с Живицей» // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – URL: www.science-education/111-10489 (дата обращения: 10.07.2014).

2. *Кириллова А.В., Янцев А.В., Панова С.А.* Влияние эфирного масла кедра на психофизиологические показатели человека // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, серия «Биология, химия». – 2013. – Т. 26 (65). – № 2. – С. 46–51.

3. Лавренов В.К., Лавренов Ю.В., Волков В.И. Лечение прополисом. – Изд.-во Сталкер, 2007. – 92 с.

4. Пак Р.Н., Тусупбекова М.М., Батралиева А.К. и др. Ранозаживляющие и антимикробные свойства нейтральной фракции сосновой живицы // Химико-фармацевтический журнал. – 2003. – Т. 37. – № 6. – С. 40–41.

5. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств / под ред. А.Н. Миронова. – 2012. – Ч. 1. – 944 с.

References

1. Vladimirskiy E.V., Borodina E.N., Abasheva N.M. Klinicheskaya effektivnost' i bezopasnost' vklyucheniya v ratsion pitaniya patsientov s kardiovaskulyarnoy patologiyey dieticheskogo profilakticheskogo produkta «Maslo Garmonikum s Zhivitsey» [Clinical effectiveness and safety of the introduction of the dietary prophylactic product 'Oil Garmonikum with Sap' into the food ration of patients with cardiovascular pathologies]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2013, no. 5, available at: www.science-education/111-10489 (in Russian).

2. Kirillova A.V., Yantsev A.V., Panova S.A. Vliyanie efirnogo masla kedra na psikhofiziologicheskie pokazateli cheloveka [Influence of cedar ethereal oil on psycho-physiological indices of a man]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo*, 2013, vol. 26 (65), no. 2, pp. 46–51 (in Russian).

3. Lavrenov V.K., Lavrenov Yu.V., Volkov V.I. Lechenie propolisom [Propolis treatment]. *Stalker*, 2007. 92 p. (in Russian).

4. Pak R.N., Tusupbekova M.M., Batralieva A.K. i dr. Ranozazhivlyayushchie i antimikrobnnye svoystva neytral'noy fraktsii sosnovoy zhivitsy [Wound-healing and antimicrobial properties of the neutral fraction of pine pitch]. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2003, vol. 37, no. 6, pp. 40–41 (in Russian).

5. Rukovodstvo po provedeniyu doklinicheskikh issledovaniy lekarstvennykh sredstv [Guide on preclinical investigations of medicines]. Edited by A.N. Mironov. 2012, part 1. 944 p. (in Russian).

Котегов Виктор Петрович – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник кафедры химии и биотехнологии ГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (тел.: 8 (342) 2-198-119, e-mail: viktor.cotegov@yandex.ru).

Андреев Александр Игоревич – заведующий лабораторией экспериментальной фармакологии ГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (тел.: 8 (342) 236-17-93, e-mail: alexandreev2@gmail.com).

Пестов Григорий Николаевич – младший научный сотрудник лаборатории экспериментальной фармакологии ГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (тел.: 8 (342) 236-17-93, e-mail: pestovgrigorijj@rambler.ru).

Малкова Яна Геннадьевна – младший научный сотрудник лаборатории экспериментальной фармакологии ГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (тел.: 8 (342) 236-17-93, e-mail: besionok12@yandex.ru).

Разумова Марина Юрьевна – младший научный сотрудник кафедры химии и биотехнологии ГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (тел.: 8 (342) 2-198-119, e-mail: fasterline@yandex.ru).

ГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29.

ГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Kotegov Viktor Petrovich – Doctor of Medical Science, professor, chief researcher of the department of chemistry and biotechnology of Perm National Research Polytechnic University (tel. 8 (342) 2-198-119, e-mail: viktor.cotegov@yandex.ru).

Andreev Alexander Igorevich – head of the experimental pharmacology laboratory, Perm State National Research University (tel. 8 (342) 236-17-93, e-mail: alexandreev2@gmail.com).

Pestov Grigoriy Nikolaevich – junior researcher of the experimental pharmacology laboratory, Perm State National Research University (tel. 8 (342) 236-17-93, e-mail: pestovgrigorijj@rambler.ru).

Malkova Yana Gennadyevna – junior researcher of the experimental pharmacology laboratory, Perm State National Research University (tel. 8 (342) 236-17-93, e-mail: besionok12@yandex.ru).

Razumova Marina Yuryevna – junior researcher of the department of chemistry and biotechnology, Perm National Research Polytechnic University (tel. 8 (342) 2-198-119, e-mail: fasterline@yandex.ru).

Perm National Research Polytechnic University, 29, Komsomol avenue, Perm, 614990, Russia.

Perm State National Research University, 15, Bukirev street, Perm, 614990, Russia.