

Scientific Discoveries

Proceedings of articles the III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, 2018, January, 30-31



Scientific Discoveries

Proceedings of articles the III International scientific conference

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, 2018, January, 30-31

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Kirov, 2018

UDC 001
BBK 72
N 76

Scientific editors:

Torubarova Tat'jana Viktorovna, Doctor of Philosophy, Professor of the Department of Philosophy, MSTU named N.Je.Bauman

Peredel'skij Gennadij Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Southwestern State University

Dyhno Jurij Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Krasnoyarsk State Medical University

N 76 Scientific Discoveries: Proceedings of articles the III International scientific conference. Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, 2018, January, 30-31 [Electronic resource] / Editors prof. T.V.Torubarova, G.I.Peredel'skij, Ju.A.Dyhno. – Electron. txt. d. (1 файл 2,6 MB). – Czech Republic, Karlovy Vary: Skleněný Můstek – Russia, Kirov: MCNIP, 2018. - ISBN 978-80-7534-140-2+ ISBN 978-5-00090-133-5.

Proceedings includes materials of the international scientific conference «Scientific Discoveries», held in Czech Republic, Karlovy Vary-Russia, Moscow, 2018, January, 30-31. The main objective of the conference - the development community of scholars and practitioners in various fields of science. Conference was attended by scientists and experts from Azerbaijan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Russia. International scientific conference was supported by the publishing house of the International Centre of research projects.

ISBN 978-80-7534-140-2 (Skleněný Můstek, Karlovy Vary, Czech Republic)

ISBN 978-5-00090-133-5 (MCNIP LLC, Kirov, Russian Federation)

Articles are published in author's edition. Editorial opinion may not coincide with the views of the authors

Reproduction of any materials collection is carried out to resolve the editorial board

© Skleněný Můstek, 2018

© MCNIP LLC, 2018

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



Table of Contents

Section 1. Physics and Mathematics	8
Ненахов Е.В., Карташов Э.М. Новые модельные представления в теории теплового удара упругих и вязкоупругих тел	9
Семёнов Ю.Е. Алгоритм решения задач оптимизации симплексным методом	13
Section 2. Biology	20
Абарбанель Н.В., Разумкова Е.В., Силантьева А.Ю., Плескова С.Н. Влияние бактерий и наночастиц магнетита на энергетический кислороднезависимый метаболизм нейтрофильных гранулоцитов крови человека	21
Section 3. Technology	30
Короткий А.А., Бахтеев О.А. Риск-ориентированный подход при управлении безопасностью на общественном транспорте	31
Куфтинова Н.Г. Общая характеристика транспортных моделей для оценки дорожной сети на городских территориях.....	45
Миненко Д.Р., Сырвачева В.П., Новачук К.В. Исследование влияния снежного покрова на температурный режим грунта в процессе сезонного промерзания	59
Пашков М.В., Хисамутдинов Р.М. Алмазоподобные покрытия	66
Передельский Г.И., Бочанов Е.Е., Бочанова Н.Н. Многоплечая мостовая электрическая цепь с расширенными функциональными возможностями	75

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



Петрова Т.В., Комлев И.А., Савинов Д.Ю. Инструментальные средства интернет-технологий для мета-анализа эффективности лекарственных назначений	84
Usachev I.S., Sardzhveladze A.S., Kolpakova V.V., Lukin N.D. Physicomechanical properties of biodegradable polymeric materials with thermoplastic starch	87
Section 4. Agriculture	93
Гулиева К.А. Использование кальция и фосфора рациона при адаптации к тепловым стрессам	94
Сергеева В.А. Экономическая эффективность инокуляции семян разных сортов сои	100
Section 5. Economics	103
Васильев П.А. К вопросу о современном состоянии отрасли теплоснабжения в России	104
Веретено А.А., Судакова Т.В. Идентичность бренда как фактор формирования лояльности потребителей	108
Иншаков А.А. Особенности статистического учета кооперативов в России и за рубежом	112
Крупина Е.Ю. Оценка инвестиционной политики Республики Башкортостан	121
Максимова Д.А. Анализ практических разработок стратегического управления деятельности единых теплоснабжающих организаций ...	130
Плахин А.Е. Проблемы формирования синергетических эффектов предпринимательских парковых структур	134
Сёмин А.Н, Михайлюк О.Н. Социально-экономическая оценка реализации целевых стратегических программ в АПК на примере Свердловской области	139

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



Section 6. Philosophy147

Торубарова Т.В. Антропоцентрическое измерение свободы в
новоевропейской философии..... 148

Section 7. Philology164

Тодорова И.Д. Загадки коммуникативного ракурса русского языка в
лингвистической концепции Г.П.Мельникова 165

Section 8. Legal Studies174

Абрамова Н.Г. Уголовное наказание в виде принудительных работ в
условиях современной уголовной политики России..... 175

Бурмакина Н.И. К вопросу о досудебном урегулировании споров в сфере
кадастровых отношений 182

Пономарёва Т.М. Ответственность за нарушение трудового
законодательства и иных актов содержащих нормы трудового права 192

Фролова Е.А. Русская философия права (Б.Н. Чичерин) 195

Section 9. Pedagogy200

Веретенникова А.В., Фомина Е.И. Двужычная среда общения как фактор
востребованности знания иностранного языка в техническом вузе 201

Дыхно Ю.А., Архипова Г.А., Чехова А.А., Казанцева Т.В. Использование
метода, основанного на конусе опыта Дейли, в организации
самостоятельной работы студентов на семинарских занятиях по
клиническим дисциплинам 206

Елисеев И.Н., Дудинова М.А., Короленко М.А., Вангул И.А. Исследование
коммуникативной толерантности студентов с использованием
опросника В.В. Бойко 213

Красноперова И.В. Обоснование необходимости разработки и
внедрения образовательных программ по формированию основ
финансовой грамотности для дошкольного образования..... 219

Scientific Discoveries

III International scientific conference

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow

January 30-31, 2018



Пожидаева Т.В. Информационно-образовательная среда как условие проектирования индивидуальных образовательных маршрутов профессиональной подготовки будущих педагогов начального образования 225

Sizova Ju.S. Translation-based Methods of Foreign Language Study in the Curriculum of Non-linguistic Universities 230

Section 10. Medicine 242

Абдурахманов Б.О. Особенности солнцелечения в горно-морском климате Иссык-Куля 243

Дроздова С.В., Артеменков А.А. Особенности профессиональной заболеваемости медицинских работников города Череповца 251

Дунина Н.Е. Статистический анализ и сравнение электроэнцефалограмм 256

Канторович А.Я., Брусницына Е.В., Закиров Т.В. Лечение гиперчувствительности у пациентов после ортодонтического лечения 262

Рязанцев В.Е., Алямкин М.В., Рязанцев Е.В., Пахомов Д.В. Патоморфологические аспекты злокачественного опухолевого роста при доброкачественной гиперплазии предстательной железы 268

Трефилов А.А., Гусев Р.В., Гусев А.Р., Иванова О.Н. Склеротерапия в лечении солитарных кист почек у детей 274

Section 11. Psychology 277

Башанаева Г.Г., Башанаев Р.К., Башанаева Т.К. К вопросу об одиночестве как особом психическом состоянии, распространенном в современном мире 278

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



SECTION 1. PHYSICS AND MATHEMATICS



НОВЫЕ МОДЕЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В ТЕОРИИ ТЕПЛООВОГО УДАРА УПРУГИХ И ВЯЗКОУПРУГИХ ТЕЛ

НЕНАХОВ Е.В.¹, КАРТАШОВ Э.М.²

¹Россия, МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

²Россия, МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Аннотация. Развита новая модельная представления динамической термовязкоупругости в теории теплового удара. На основе линейных реологических моделей Максвелла и Кельвина сформулированы определяющие соотношения, в частных случаях переходящие в основные уравнения динамической термоупругости. Предложенные соотношения обобщают известные представления Алфрея-Хилтона-Ли-Штернберга упруго-вязкоупругой аналогии и дают дальнейшее развитие указанной проблемы. Разработанный подход содержит необходимые сведения в декартовой, цилиндрической и сферической системах координат, что позволяет изучать многочисленные практические случаи термической реакции вязкоупругих тел различной канонической формы. Рассмотрены численные примеры термической реакции массивного твердого тела на тепловой нагрев. Выявлен наиболее опасный режим резкого нагрева.

Ключевые слова: Тепловой удар, динамическая термоупругость, модельные представления.

Abstract. New model representations of dynamic thermal viscoelasticity in the theory of thermal shock are developed. On the basis of the linear rheological models of Maxwell and Kelvin, the defining relations are formulated, which in special cases become the basic equations of dynamic thermoelasticity. The proposed relations generalize the well-known Alfrey-Hilton-Lee-Sternberg representations of an elastic-

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



viscoelastic analogy and give further development of this problem. The developed approach contains the necessary information in the Cartesian, cylindrical and spherical coordinate systems, which makes it possible to study numerous practical cases of the thermal reaction of viscoelastic bodies of various canonical forms. Numerical examples of the thermal reaction of a massive solid body to thermal heating are considered. The most dangerous mode of sharp heating is revealed.

Keywords: Thermal shock, dynamic thermoelasticity, model representations.

Проблема теплового удара – одна из центральных в термомеханике, учитывая актуальность вопросов терморазрушения материалов для многих областей науки и техники [1]. К определяющим соотношениям (несвязанной) динамической термоупругости в области $\Omega = (M \in D, t > 0)$ относятся (в индексных обозначениях), соответственно, уравнения движения, геометрические уравнения, физические уравнения:

$$\sigma_{ij,j}(M,t) = \rho \ddot{U}_i(M,t); \quad (1)$$

$$\xi_{ij}(M,t) = (1/2)[U_{i,j}(M,t) + U_{j,i}(M,t)]; \quad (2)$$

$$\sigma_{ij}(M,t) = 2\mu\xi_{ij}(M,t) + \{\lambda\xi_{kk}(M,t) - (3\lambda + 2\mu)\alpha_T [T(M,t) - T_0]\} \delta_{ij} \quad (3)$$

где все величины общеизвестны [1]. В практике многочисленных исследований проблемы теплового удара в рамках известных модельных представлений [1] рассматриваются области Ω : 1) (z, t) в декартовых координатах (одномерное движение); 2) (r, t) в цилиндрических координатах (радиальный поток теплоты); 3) (ρ, t) в сферических координатах (центральная симметрия). Для этих случаев соотношения (1) - (3) можно записать в виде обобщенного уравнения относительно вектора перемещения $\dot{U}(M,t)$:

$$\text{grad} \left[\text{div} \dot{U}(M,t) \right] - (1/v^2) \ddot{U}(M,t) = \frac{(\lambda + 2\mu)}{(3\lambda + 2\mu)} \alpha_T \text{grad} [T(M,t) - T_0] \quad (4)$$

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



Здесь $v = \sqrt{(\lambda + 2\mu) / \rho}$ – скорость распространения волны расширения в упругой среде.

При повышенных температурах и более высоком уровне напряжений поведение реального тела принято называть вязкоупругим, так как тело одновременно проявляет упругие и вязкие свойства. Для описания поведения такого рода тел при тепловом ударе используем реологические модели Максвелла и Кельвина, записанные, соответственно, в виде [2]:

$$S_{ij} + \frac{1}{\tau_p} S_{ij} = 2\mu e_{ij}; \quad S_{ij} = 2\mu(e_{ij} + \tau_p \dot{e}_{ij}) \quad (5)$$

Здесь $S_{ij}(M, t)$ – девиатор напряжения, $e_{ij}(M, t)$ – девиатор деформации; $\tau_p = \eta / G$ – время релаксации, G – модуль сдвига, η – вязкость материала.

Теперь соотношения (1)-(3), (5) приводят к следующим новым обобщениям (4) для упругих и вязкоупругих сред; среда Максвелла

$$\text{grad} \left[\text{div} \overset{\text{r}}{U}(M, t) \right] - (1/v^2) \overset{\text{r}}{U}(M, t) = \frac{(\lambda + 2\mu)}{(3\lambda + 2\mu)} \alpha_T \text{grad} [T(M, t) - T_0] + \frac{2}{3\tau_p (1 + \lambda / 2\mu)} \int_0^t \exp \left[-\frac{(t-\tau)}{\tau_p} \right] \text{grad} \left[\text{div} \overset{\text{r}}{U}(M, \tau) \right] d\tau \quad (6)$$

среда Кельвина

$$\text{grad} \left[\text{div} \overset{\text{r}}{U}(M, t) \right] - (1/v^2) \overset{\text{r}}{U}(M, t) = \frac{(\lambda + 2\mu)}{(3\lambda + 2\mu)} \alpha_T \text{grad} [T(M, t) - T_0] - \frac{2}{3\tau_p (1 + \lambda / 2\mu)} \frac{\partial}{\partial t} \left\{ \text{grad} \left[\text{div} \overset{\text{r}}{U}(M, t) \right] \right\} \quad (7)$$

При $\tau_p = \infty (\eta = \infty)$ в (6) и $\tau_p = 0 (\eta = 0)$ в (7) имеем соотношение (4) для динамической термоупругости. При $(1/v^2) = 0 (\rho = 0)$ в (1)) имеем

Scientific Discoveries

III International scientific conference

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow

January 30-31, 2018



квазистатическую задачу для каждой из сред. В последнем случае из (6)-(7) вытекают все соотношения Хилтона-Штернберга упруго-вязкоупругой аналогии (ссылки в [2]) для исследования температурных напряжений вязкоупругих тел в условиях резкого нагрева или охлаждения.

При проведении численных экспериментов уравнения (6)-(7) допускают преобразование Лапласа, что позволяет в пространстве изображений перейти к линейным краевым задачам для перемещений с краевыми условиями, вытекающими, например, из отсутствия напряжений на границе области D (при чисто тепловом ударе) и в начальный момент времени. По найденным перемещениям выписываются все (ненулевые) компоненты тензоров напряжений и деформаций, что позволяет воспроизвести полную картину динамической реакции твердого тела на тепловой удар.

Список литературы:

1. Карташов Э.М., Кудинов В.А. Аналитическая теория теплопроводности и прикладной термоупругости. М.: Изд. URSS.2012.970 с.
2. Паркус Г. Неустановившиеся температурные напряжения. М.: Физматгиз. 1963.251 с.



АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ СИМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ

СЕМЁНОВ Ю.Е.

Россия, Тульский ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Аннотация. Предлагается способ решения задач оптимизации симплексным методом с помощью алгоритма. Сформулированы основные требования к алгоритму. Приведён численный пример решения в соответствии с предложенным алгоритмом.

Ключевые слова: оптимизация, симплексный метод, алгоритм.

Abstract. The way of the decision of tasks of optimization by a simplex method with the help of algorithm is offered. The basic requirements to algorithm are formulated. The numerical example of the decision is given according to the offered algorithm.

Key words: optimization, simplex method, algorithm.

С развитием компьютерной техники решение задач линейного программирования, направленных на поиск оптимального результата, стало целесообразно выполнять с помощью современных пакетов программ, таких как MathCAD и Excel. По большому счёту, весь ход решения для человека в этом случае сводится к правильной записи исходных данных: системы ограничений, граничных условий и целевой функции. Затем проверяется адекватность результата, выданного машиной, первоначальному условию задачи. При необходимости выполняется корректировка исходных данных. Как происходит сам расчёт, какому алгоритму следует машина для человека остаётся загадкой, «чёрным ящиком». Поэтому, с методической точки зрения представляется полезным, особенно для студентов математических специальностей, хотя

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



бы один раз выполнить решение задачи линейного программирования на бумаге, самостоятельно выполняя расчёты.

После того, как методика решения задач линейного программирования симплексным методом объяснена теоретически [1], целесообразно рассмотреть ход решения на конкретном численном примере. Этот первый демонстрационный пример решения не должен быть слишком сложным, чтобы большой объём математических вычислений не заслонил суть симплексного метода.

В связи с большим объёмом вычислительных операций при решении задач линейного программирования симплексным методом весь ход решения целесообразно представить в виде алгоритма. К этому алгоритму целесообразно выдвинуть следующие требования:

1. Каждый шаг алгоритма должен быть пронумерован, например, римскими цифрами.
2. На каждом шаге должна выполняться только одна математическая операция.
3. Повторяющиеся операции на второй и последующих итерациях целесообразно обозначать одинаковыми цифрами. Но для того, чтобы все-таки различать выполненные шаги, на каждой итерации добавлять к номеру шага один штрих.
4. Каждый шаг начинать с краткого пояснения, отражающего сущность выполняемой на этом шаге математической операции.
5. На второй и последующих итерациях можно ограничиться только математической записью выполняемых действий. Так как повторяющиеся операции имеют одинаковые номера, легко вернуться к началу решения и прочитать пояснения для соответствующего шага.
6. Встречающиеся по ходу решения специфические понятия, характерные только для симплексного метода и не известные

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



студенту из курса алгебры, необходимо пояснять. Например, основные и неосновные переменные. Однако не нужно стремиться изложить в рамках этого алгоритма всю теорию симплексного метода. Для этого есть теоретические, лекционные занятия. Нужно ограничиться минимальным количеством новых терминов, и только самыми необходимыми.

7. Условимся ввести ряд обозначений. При разделении переменных на основные и неосновные, основные переменные будем обозначать $\neq 0$, а неосновные переменные будем обозначать $= 0$. При изменении статуса переменных, переменную переходящую в основные будем обозначать символом \uparrow , а переменную переходящую в неосновные символом \downarrow . Это сократит объём письменных пояснений по ходу решения задачи.

Учитывая всё вышесказанное, составим задачу, иллюстрирующую применение симплексного метода.

Задача-пример: Для производства двух деталей x_1 и x_2 предприятие использует три станка. Требуется определить план выпуска продукции, который обеспечит предприятию максимальную прибыль F . Затраты времени на каждую деталь и их рыночная цена указаны в таблице.

Станок	Время работы станка за неделю, час	Затраты времени на одну деталь, час	
		x_1	x_2
Токарный	40	1	0,5
Фрезерный	36	0,8	0,6
Шлифовальный	36	0,4	0,8
Цена детали, тыс. руб.		5	3

Алгоритм решения задачи:

0. Свести исходные данные в таблицу так, чтобы каждая разновидность ресурсов располагалась в своей строке.

I. Записать систему ограничений и целевую функцию.

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



Целевая функция – это математическое выражение главной цели, которая должна быть достигнута при решении задачи оптимизации.

$$\left. \begin{array}{l} 1x_1 + 0,5x_2 \leq 40 \\ 0,8x_1 + 0,6x_2 \leq 36 \\ 0,4x_1 + 0,8x_2 \leq 36 \end{array} \right\} \quad F = 5x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

II. Превратить неравенства в уравнения, учтя остатки времени работы каждого станка.

Добавочные переменные:

$$\left. \begin{array}{l} 1x_1 + 0,5x_2 + x_3 = 40 \\ 0,8x_1 + 0,6x_2 + x_4 = 36 \\ 0,4x_1 + 0,8x_2 + x_5 = 36 \end{array} \right\} \begin{array}{l} x_3 - \text{остаток времени работы токарного станка} \\ x_4 - \text{остаток времени работы фрезерного станка} \\ x_5 - \text{остаток времени работы шлифовального станка} \end{array}$$

III. Назначить основные и неосновные переменные.

Основными называют переменные, значения которых при решении системы уравнений не равны нулю.

Неосновные переменные принимаются равными нулю.

В начале решения за основные принимают добавочные переменные.

$$\frac{x_3 \neq 0, x_4 \neq 0, x_5 \neq 0}{x_1 = 0, x_2 = 0} \quad \begin{array}{l} - \text{основные переменные} \\ - \text{неосновные переменные} \end{array}$$

IV. Определить числовые значения основных переменных и целевой функции: $F = 5x_1 + 3x_2 = 0$

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



$$\left. \begin{aligned} x_3 &= 40 - 1x_1 - 0,5x_2 \\ x_4 &= 36 - 0,8x_1 - 0,6x_2 \\ x_5 &= 36 - 0,4x_1 - 0,8x_2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} x_3 &= 40 \\ x_4 &= 36 \\ x_5 &= 36 \end{aligned}$$

V. Перевести в основные переменную, которая имеет наибольший положительный коэффициент в целевой функции: $x_1 \uparrow$.

VI. Определить, при каком значении новой основной переменной старые основные переменные обращаются в ноль.

$$\left. \begin{aligned} x_3 &= 40 - 1x_1 - 0,5x_2 \\ x_4 &= 36 - 0,8x_1 - 0,6x_2 \\ x_5 &= 36 - 0,4x_1 - 0,8x_2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} x_3 &= 0, \text{ если } x_1 = \frac{40}{1} = 40 \\ x_4 &= 0, \text{ если } x_1 = \frac{36}{0,8} = 45 \\ x_5 &= 0, \text{ если } x_1 = \frac{36}{0,4} = 90 \end{aligned}$$

VII. В неосновные перевести переменную, которая обращается в ноль при минимальном значении новой основной переменной: $x_3 \downarrow$.

VIII. Записать новое распределение переменных на основные и неосновные:

$x_1 \neq 0, x_4 \neq 0, x_5 \neq 0$	– основные переменные
$x_2 = 0, x_3 = 0$	– неосновные переменные

IX. Выразить новую основную переменную через новую неосновную переменную, то есть x_1 через x_3 : $x_1 = 40 - 0,5x_2 - x_3$

X. Подставить выражение для новой основной переменной в остальные уравнения системы и целевую функцию

$$x_4 = 36 - 0,8x_1 - 0,6x_2 = 36 - 0,8(40 - 0,5x_2 - x_3) - 0,6x_2 = 4 - 0,2x_2 + 0,8x_3;$$

$$x_5 = 36 - 0,4x_1 - 0,8x_2 = 36 - 0,4(40 - 0,5x_2 - x_3) - 0,8x_2 = 20 - 0,6x_2 + 0,4x_3;$$

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



$$F = 5x_1 + 3x_2 = 5 \cdot (40 - 0,5x_2 - x_3) + 3x_2 = 200 + 0,5x_2 - 5x_3.$$

XI. Определить числовые значения основных переменных и целевой функции.

$$\left. \begin{array}{l} x_1 = 40 - 0,5x_2 - x_3 \\ x_4 = 4 - 0,2x_2 + 0,8x_3 \\ x_5 = 20 - 0,6x_2 + 0,4x_3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} x_1 = 40 \\ x_4 = 4 \\ x_5 = 20 \end{array}$$

$$F = 200 + 0,5x_2 - 5x_3 = 200$$

XII. Максимум целевой функции достигнут, если все входящие в неё переменные имеют отрицательные коэффициенты. Если нет, продолжить решение по этому алгоритму, начиная с пункта V.

V'. $x_2 \uparrow$

$$\left. \begin{array}{l} x_1 = 40 - 0,5x_2 - x_3 \\ \text{VI'. } x_4 = 4 - 0,2x_2 + 0,8x_3 \\ x_5 = 20 - 0,6x_2 + 0,4x_3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} x_1 = 0, \text{ если } x_2 = \frac{40}{0,5} = 80 \\ x_4 = 0, \text{ если } x_2 = \frac{4}{0,2} = 20 \\ x_5 = 0, \text{ если } x_2 = \frac{20}{0,6} = 33,3 \end{array}$$

VII'. $x_4 \downarrow$

VIII'. $\frac{x_1 \neq 0, x_2 \neq 0, x_5 \neq 0}{x_3 = 0, x_4 = 0}$

IX'. $x_2 = \frac{4}{0,2} + \frac{0,8}{0,2}x_3 - \frac{1}{0,2}x_4 = 20 + 4x_3 - 5x_4$

X'. $x_1 = 40 - 0,5(20 + 4x_3 - 5x_4) - x_3 = 30 - 3x_3 + 2,5x_4;$

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



$$x_5 = 20 - 0,6(20 + 4x_3 - 5x_4) + 0,4x_3 = 8 - 2x_3 + 3x_4;$$

$$F = 200 + 0,5(20 + 4x_3 - 5x_4) - 5x_3 = 210 - 3x_3 - 2,5x_4.$$

$$\text{XI'. } \left. \begin{array}{l} x_1 = 30 - 3x_3 + 2,5x_4 \\ x_2 = 20 + 4x_3 - 5x_4 \\ x_5 = 8 - 2x_3 + 3x_4 \end{array} \right\} \begin{array}{l} x_1 = 30 \text{ деталей} \\ x_2 = 20 \text{ деталей} \\ x_5 = 8 \text{ часов} \end{array}$$

$$F = 210$$

XII'. Максимум целевой функции F достигнут.

XIII. Выполнить проверку, подставив все полученные значения в систему уравнений пункта II.

$$\left. \begin{array}{l} 1 \cdot 30 + 0,5 \cdot 20 + 0 = 40 \\ 0,8 \cdot 30 + 0,6 \cdot 20 + 0 = 36 \\ 0,4 \cdot 30 + 0,8 \cdot 20 + 8 = 36 \end{array} \right\} \text{Проверка выполняется.}$$

При решении подобных задач студент строго придерживается предложенного алгоритма. Меняется таблица с исходными данными, количество переменных, коэффициенты при них, количество итераций, но ход решения остаётся неизменным.

Список литературы:

1. Системный анализ: практикум: учебное пособие / Ю.Е. Семёнов. - Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. - 72 с.

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



SECTION 2.

BIOLOGY



ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЙ И НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КИСЛОРОДНЕЗАВИСИМЫЙ МЕТАБОЛИЗМ НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ГРАНУЛОЦИТОВ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

АБАРБАНЕЛЬ Н.В., РАЗУМКОВА Е.В., СИЛАНТЬЕВА А.Ю., ПЛЕСКОВА С.Н.

Россия, НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И.
ЛОБАЧЕВСКОГО, НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ФИЗИКА ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ
НАНОСТРУКТУР»

Аннотация. Нейтрофильные гранулоциты – преобладающая популяция лейкоцитов, являющаяся клеточным фактором неспецифической резистентности организма [1]. Их основная функция – фагоцитоз ксенобиотиков, сопровождаемый высвобождением протеолитических ферментов и расходом запасных веществ клетки (гликоген, фосфолипиды) [2]. Бактериальная инфекция провоцирует дегрануляцию с увеличением активности кислой и щелочной фосфатаз, в то время как наночастицы магнетита вызывают тот же эффект, но через окислительное повреждение мембраны. Под действием и бактерий, и наночастиц магнетита (0,0018 мг/мл) нейтрофил накапливает гликоген, что связано со структурными изменениями мембран и угнетением его фагоцитарной функции. На количественный состав фосфолипидов нейтрофильных гранулоцитов перечисленные выше факторы воздействия не оказывают.

Ключевые слова: нейтрофильные гранулоциты, магнитные наночастицы, бактерии, кислая фосфатаза, щелочная фосфатаза, гликоген, фосфолипиды.

Scientific Discoveries

III International scientific conference

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow

January 30-31, 2018



Abstract. Neutrophil granulocytes are the main population of leukocytes, which is a cellular factor of nonspecific organism resistance [1]. Their main function is the phagocytosis of xenobiotics, accompanied by the proteolytic enzymes release and the consumption of spare cell substances (glycogen, phospholipids) [2]. Bacterial infection induces degranulation with an increase of acid and alkaline phosphatases activity, while magnetite nanoparticles cause the same effect, but through the oxidative damage of the membrane. Under the action of bacteria and magnetite nanoparticles (0.0018 mg/ml), neutrophil accumulates glycogen, what is associated with structural changes in the membranes and inhibition of its phagocytic function. The listed above factors don't influence on the quantitative composition of the neutrophil granulocytes's phospholipids.

Key words: neutrophil granulocytes, magnetite nanoparticles, bacteria, acid phosphatase, alkaline phosphatase, glycogen, phospholipids.

Нейтрофильные гранулоциты, являясь центральным компонентом первой линии антибактериальной защиты, участвуют в поддержании иммунологического гомеостаза в норме и при патологии за счет фагоцитарной активности [3]. Бактерицидная функция обеспечивается благодаря цитолитическому и цитотоксическому потенциалу нейтрофилов, сконцентрированному в гранулах [4]. Нейтрофилы имеют три типа гранул: первичные (азурофильные), вторичные (специфические) и желатиназные (С-частицы) [1]. Азурофильные гранулы содержат широкий набор кислых гидролаз и таких ферментов, как миелопероксидаза, β -галактозидаза, N-ацетилглюкозаминидаза, кислая глицерофосфатаза, нейтральные протеазы (серпентины) [5]. Ферменты специфических гранул проявляют свою активность при нейтральных и слабощелочных значениях pH: лактоферрин, щелочная фосфатаза, лизоцим, а также белок VPI, связывающий витамин B₁₂ [6]. Желатиназные гранулы участвуют в переваривании субстратов в межклеточном пространстве, в процессах адгезии и фагоцитоза нейтрофильных гранулоцитов [7].

Основу протеолитических ферментов нейтрофила составляют кислая и щелочная фосфатазы. Щелочная фосфатаза оказывает влияние на

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



поглощение фагоцитируемых частиц, переход гранулярных ферментов первичных гранул в фагоцитарные вакуоли. Кислая фосфатаза участвует в процессах переваривания бактерий, подвергая их кислотному гидролизу [8]. Еще одной функцией фосфатаз в организме состоит в поддержании концентрации фосфата, необходимого для различных биохимических процессов [9].

Гликоген – один из продуктов метаболического превращения глюкозы, являющийся субстратом дыхания и гликолиза. Он характеризует энергетические процессы, протекающие в клетках, и обладает способностью ресинтезировать АТФ в анаэробных условиях [10].

Фосфолипиды локализованы в гиалоплазме лейкоцитов. Кроме того, основная часть липидов входит в состав клеточных структур, другая – откладывается в виде жировых капель. Фосфолипиды служат энергетическим резервом нейтрофилов, обеспечивающим возможность выполнять физиологические функции.

В современной медицине активно используются синтезированные наноматериалы. Вместе с тем, применение наночастиц как для создания диагностических систем *in vitro*, так и для транспортных и терапевтических систем *in vivo* обязательно сопровождается исследованием их биосовместимости и степени клеточной и тканевой альтерации в результате взаимодействия [11]. Однако остается неизученной проблема токсичности наночастиц в отношении клеток крови человека.

Цель данной работы – изучение цитохимических показателей, обеспечивающих фагоцитарную функцию нейтрофильных гранулоцитов (гликоген, фосфолипиды, кислая и щелочная фосфатазы) под влиянием классического фактора воспаления (бактерии: *S. aureus* 2879 M, *E coli* 321) и вновь синтезированных наноматериалов – наночастиц магнетита.

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



Материалы и методы

Выделение клеток. Исследовали венозную кровь здоровых доноров обоих полов в возрасте 20 – 40 лет. Выделение нейтрофильных гранулоцитов проводили по методу Подосинникова и соавторов. (1981) [12]

Характеристика наночастиц. Наночастицы магнетита ($\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$), предоставленные группой профессора Горина Д.А. (кафедра Физики полупроводников СГУ им. Н.Г.Чернышевского), перед экспериментами взбалтывали в Vortex (ELMI Ltd., Латвия) – 10 мин, диспергировали в ультразвуковой ванне (РЭЛТЭК, Москва) – 15 мин, добиваясь однородности, после чего использовали для инкубации с нейтрофильными гранулоцитами в конечных концентрациях – 0,0018 мг/мл и 0,18 мг/мл.

Бактериальные суспензии. В работе использовались музейные штаммы *S. aureus* 2879 М и *E. coli* 321 Кафедры нанотехнологии и биотехнологии Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. Культуры выращивали на ГМР-агаре (ГНЦ ПМБ, Оболенск), бактерии смывали PBS, трижды отмывали центрифугированием (2350 g, 10 мин), взвешивали в PBS и доводили оптическую плотность на фотоэлектроколориметре (КФК-2МП-УХЛ, Россия) до 0,75 для *S. aureus* 2879 М и 0,85 – для *E. coli* 321 ($\lambda=670$ нм), что составляло 1 млрд кл/мл.

Цитохимические исследования. Исследование активности кислой фосфатазы нейтрофильных гранулоцитов проводилось цитохимическим методом азосочетания Burstone M.S. (1959) [13]. Активность щелочной фосфатазы нейтрофилов оценивалась методом азосочетания по Rutenburg и соавт. (1965) в модификации Шубича и соавт. (1980) [14]. Общее содержание фосфолипидов в нейтрофильных гранулоцитах определялось цитохимически по методу Ackerman (1952) [15], а количество гликогена – по методу Шабадаша А.Л. (1947) [16]. Во всех исследованиях оценивалась степень окраски 100 клеток до инкубации с наночастицами или бактериями (контроль) и после инкубации с наночастицами магнетита (60 мин, 37°C) или

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



бактериями (30 мин, 37°C), применяя принцип Astaldi Verga (1957) [17]. Для количественной оценки результатов рассчитывали средний цитохимический коэффициент (СЦК) по формуле Karlow (1955) [18]:

$$\text{СЦК} = (0 \cdot a + 1 \cdot b + 2 \cdot c + 3 \cdot d) / 100$$

где буквы – количество клеток: а – количество нейтрофилов без гранул; b, c, d – количество нейтрофилов с окрашенными гранулами. Цифры обозначают степень окрашивания цитоплазмы: 0 – цитоплазма не содержит гранул; 1 – слабое окрашивание цитоплазмы; 2 – окрашивание средней интенсивности; 3 – интенсивно окрашенные гранулы занимают весь объем цитоплазмы.

Статистический анализ. Для статистического анализа использовали программу Origin Pro 8 (OriginLabCorparation, США). Различия между двумя выборками считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Обсуждение и результаты

О кислороднезависимом киллинге бактерий судили по активности протеолитических ферментов – кислой и щелочной фосфатаз.

Под действием бактерий отмечено статистически значимое повышение активности кислой (19%) и щелочной фосфатазы (45%) нейтрофилов, что можно расценивать как проявление защитно-приспособительных процессов клетки в отношении патогенов в процессе фагоцитоза [8]. Кроме того, активация фосфатаз, обеспечивающих энергетические и метаболические потребности клетки, свидетельствует о затруднениях деятельности нейтрофила [19].

Динамичным показателем свойств клетки является гликоген. Процесс фагоцитоза сопровождается снижением запаса гликогена, и между его количеством в лейкоцитах и интенсивностью фагоцитоза установлена прямая связь, что позволяет использовать цитохимические реакции на гликоген для характеристики функционального статуса этих клеток [20]. В реакциях с бактериями разных видов (*S. aureus* 2879 M, *E. coli* 321) получено

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



статистически значимое увеличение количества гликогена нейтрофильных гранулоцитов на 17% для грамположительных и 23% – для грамотрицательных бактерий, что связано со структурными изменениями мембран клеток и говорит об угнетении функциональных свойств нейтрофилов [21].

Влияния бактерий на фосфолипидную фракцию не выявлено.

Наночастицы с восстановительными (FeO , Fe_3O_4 , AgO , CuO) свойствами могут быть цитотоксичными в отношении биологических мишеней в условиях *in vitro*. Один из основных источников токсичности – электронный или ионный перенос, происходящий в процессе окисления-восстановления, растворения и каталитических реакций либо внутри кристаллической решетки наночастиц, либо при выходе в культуральную жидкость [22]. Химическая реактивность наночастиц магнетита провоцирует окислительный стресс, способствующий перекисному окислению липидов и разрушению мембран.

В экспериментах с наночастицами магнетита отмечена градация увеличения активности щелочной и кислой фосфатаз, зависящая от концентрации наночастиц: чем больше концентрация, тем выше активность ферментов. Известно, что щелочная фосфатаза человека связана с особым типом гранул – фосфосомами [23]. Окислительное повреждение мембраны гранул способствует высвобождению ферментов и их активации вне фагоцитарного процесса. Рост активности кислой фосфатазы также носит дозозависимый характер: в опытах с большой концентрацией наночастиц магнетита (0,18 мг/мл) увеличение активности фермента на 5 % выше, чем в опытах с малой концентрацией (0,0018 мг/мл), что свидетельствует об интернализации наночастиц клатрин-опосредованным механизмом эндоцитоза и активации лизосомальных ферментов нейтрофила [24].

Дозозависимый эффект влияет также на содержание гликогена в нейтрофильных гранулоцитах. При инкубации клеток с концентрацией

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



наночастиц 0,0018 мг/мл наблюдается расход гликогена, в то время как увеличение концентрации магнетита до 0,18 мг/мл не дает статистически значимых отличий с контролем. Таким образом большая концентрация наноматериалов проявляет токсические свойства, делая не востребуемыми энергетические запасы клетки.

На количественный состав фосфолипидов наночастицы магнетита не оказали влияния.

Выводы

1. Под действием бактерий (*S. aureus* 2879 М и *E. coli* 321) выявлено статистически значимое увеличение активности кислой и щелочной фосфатаз, а также накопление гликогена, свидетельствующее о функциональной напряженности нейтрофильного гранулоцита;
2. В опытах с наночастицами магнетита показана активация протеолитических ферментов нейтрофила, объясняемая окислительным воздействием наноматериалов на мембраны лизосом. Кроме того, под действием магнетита (0,0018 мг/мл) выявлен расход гликогена, свидетельствующий об энергозатратности процесса интернализации наночастиц;
3. Бактерии и наночастицы магнетита не оказали влияния на фосфолипидную фракцию нейтрофильных гранулоцитов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 16-14-10179)

Список литературы:

1. Маянский А.Н. Патогенетическая микробиология. – 2006. – Нижний Новгород, Издательство Нижегородской государственной медицинской академии. – 520 с.
2. Witko-Sarsat V., Rieu P., Descamps-Latscha B., Lesavre P., Halbwachs-Mecarelli L. Neutrophils: molecules, functions and pathophysiological aspects. Lab Invest. – 2000. – May 80(5). – P. 617 – 653.

Scientific Discoveries

III International scientific conference

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow

January 30-31, 2018



3. Бережная Н.М., Чехун В.Ф. Иммунология злокачественного роста. – Киев. – 2005. – 791 с.
4. Нестерова И.В., Колесникова Н.В., Чудилова Г.А., Ломтатидзе Л.В., Ковалева С.В., Евглевский А.А. Нейтрофильные гранулоциты: новый взгляд на «старых игроков» на иммунологическом поле. – 2015. – Иммунология. – № 4. – С. 257 – 264.
5. Хаитов Р.М., Игнатъева Г.А., Сидорович И.Г. Иммунология. Норма и патология. 3-е изд. М.: Медицина. – 2010. – 752 с.
6. Нестерова И.В., Колесникова Н.В., Чудилова Г.А., Ломтатидзе Л.В., Ковалева С.В., Евглевский А.А., Нгуен Т.З.Л. Новый взгляд на нейтрофильные гранулоциты: переосмысление старых догм. ч. 1. Инфекция и иммунитет. – 2017. – Т. 7. – № 3. – С. 219 – 230.
7. Новикова И.А., Ходулаева С.А. Клиническая и лабораторная гематология. – учеб. Пособие. – Минск: Выш. шк. – 2013. – 446 с.
8. Инюкина Т.А., Гугушвили Н.Н. Оценка неспецифической резистентности организма телят. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2010. – № 200. – С. 62 – 68.
9. Патент РФ № 2011141668/15, 13.10.2011, 20.01.2013. Способ оценки внутриклеточного метаболизма нейтрофилов у работников нефтехимического и химического производства // Патент России № 2473086. 20.01.2013 Бюл. № 2. / Бадамшина Г.Г., Тимашева Г.В., Бакиров А.Б. [и др.].
10. Нагоева М.Х. Содержание гликогена в нейтрофильных гранулоцитах при ангинах различной природы. Современные наукоемкие технологии. – 2005. – №4 – С. 95 – 96.
11. Плескова С.Н., Горшкова Е.Н., Пудовкина Е.Е. Взаимодействие нейтрофильных гранулоцитов с апконверсионными наночастицами в различных матрицах. Ульяновский медико-биологический журнал. – 2014. – № 2. – С. 52 – 57.
12. Подосинников И.С., Нилова Л.Г., Бабиченко И.В., Турина О.П., Пономарева В.Н. Метод определения хемотаксической активности лейкоцитов. Лабораторное дело. – 1981. – №8. – С. 468 – 470.
13. Burstone M.S. Histochemical demonstration of acid phosphatase activity in osteoclasts. – 1959. – J Histochem Cytochem. 7(1). – P. 39 – 41.
14. Шубич М.Г. Щелочная фосфатаза лейкоцитов в норме и патологии. М.: Медицина, 1980. – 224 с.
15. Ackerman G.A. A modification of the Sudan black B technique for the possible cytochemical demonstration of masked lipids. – J Natl Cancer Inst. – 1952. – №13 (1). – P. 219 – 220.
16. Хейхоу Ф.Г. Дж., Кваглино Д. Гематологическая цитохимия. – М.: Медицина. – 1983. – 320 с.
17. Astaldi G., Verga L. The glycogen content of the cells of lymphatic leukaemia. – 1957. – Acta Haematol. – №17. – P. 129 – 135.

Scientific Discoveries

III International scientific conference

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow

January 30-31, 2018



18. Kaplow L.S. A histochemical procedure for localizing and evaluating leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow. – 1955. – Blood. 10. – P. 1023 – 1029.
19. Гистология (введение в патологию) /ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышева. – М.:ГЭОТАР МЕДИЦИНА. – 2005. – 960 с.
20. Губжокова Е.Б. Состояние неспецифической резистентности организма у больных с обострением хронического бронхита. Материалы Всероссийской научной-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспектива-2003». – Нальчик. – 2003. – С. 40 – 43.
21. Tarrío N., Garcia-Leiro A., Cerdán M.E. The role of glutathione reductase in the interplay between oxidative stress response and turnover of cytosolic NADPH in *Kluyveromyces lactis*. FEMS Yeast Res. – 2008. – Vol. 8. – №4. – P. 597 – 606.
22. Auffan M., Rose J., Wiesner M.R., Bottero J.-Y. Chemical stability of metallic nanoparticles: A parameter controlling their potential cellular toxicity in vitro. Environmental Pollution. – 2009. – V. 157. – I. 4. – P. 1127 – 1133.
23. Маянский А.Н. Очерки о нейтрофиле и макрофаге / Отв. ред. В. П. Казначеев. – Новосибирск: Наука: Сиб. Отделение. – 1983. – 256 с.
24. Великородная Ю.И., Почепцов А.Я., Дворяшина И.А., Загребин В.Л., Соколов О. И. Влияние наночастиц золота на метаболические параметры и жизнеспособность клеточных линий в динамике. Вестник ВолгГМУ Выпуск 3. – 2016. – №59. – С. 17 – 21.

Scientific Discoveries

III International scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow
January 30-31, 2018



SECTION 3. TECHNOLOGY