Главным недостатком использования факторов, как всегда, остается неопределяемый обратный переход к значениям исходных показателей и отсутствие возможности влияния на них.

О ПУТЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. С. Боголюбская-Синякова (Минск, Беларусь)

Доклад посвящен проблеме выбора предпринимателем пути развития производства, который может основываться на простом наращивании объемов производимой продукции (экстенсивный путь) или на совершенствовании производственного процесса (интенсивный путь). В результате проведенных исследований построены экономико-математические модели выручки, получаемой фирмой при переходе к конкретному пути развития. В случае экстенсивного пути развития производства предполагается, что выручка зависит от коэффициента увеличения объема продаж, темпа роста цены ввиду инфляции, коэффициента эластичности спроса по цене и коэффициента издержек расширенного производства. При интенсификации производства на величину выручки предприятия влияют коэффициент снижения цены ввиду интенсификации производства, темп роста цены ввиду инфляции, коэффициент ценовой эластичности спроса. В ходе анализа сформулированы закономерности роста выручки предприятия, включающие принцип максимизации выручки для экстенсивного и интенсивного путей развития [1]. Также установлено, что предпринимателю наиболее выгодно наращивать объемы производства и совершенствовать производственный процесс относительно продукции с высокой ценовой эластичностью спроса. Такой продукцией являются товары не первой необходимости, спрос на которые изменяется значительно даже при незначительном изменении цены. Изучен вопрос государственного регулирования доходов предприятия при использовании фирмой различных путей развития производства [2, 3]. При интенсивном пути развития государство стимулирует внедрение инноваций в процесс производства, оперируя налоговой ставкой на потерю выручки от снижения цены ввиду интенсификации производства. В случае стимулирования наращивания объемов производства государство использует льготную налоговую ставку на величину выручки от дополнительно произведенных единиц продукции. При использовании экстенсивного пути развития предприятию выгоднее, когда государство устанавливает более низкие значения льготной ставки на дополнительную выручку, а в случае интенсивного пути — более высокие значения процентной ставки на величину потери выручки.

Литература

1. *Боголюбская-Синякова Е.С., Калитин Б.С.* О закономерностях роста дохода при экстенсивном пути развития предприятия. *Белорусский экономический журнал.* **1** (2020), 123–137.

2. *Bahaliubskaya-Siniakova K.S., Kalitine B.S.* On the possibility of state regulation in the extensive path of development of production. *Journal of the Belarusian State University. Economics.* **1** (2019), 36–45.

3. *Боголюбская-Синякова Е.С., Калитин Б.С.* Государственное регулирование дохода предпринимателя при инновационном пути развития производства. *Белорусский экономический журнал.* **3**(88) (2019), 115–128.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВЯЗКОУПРУГОЙ КОСТНОЙ ТКАНИ С ДРОБНЫМ ЯДРОМ РЕЛАКСАЦИИ ПРИ ДОЛГОВРЕМЕННОМ НАГРУЖЕНИИ

С. М. Босяков (Минск, Беларусь),
М. В. Шитикова (Воронеж, Россия)

Кости человека представляют собой вязкоупругие тела, причем реологические свойства, которые приводят к вязкоупругости, могут описываться законами, основанными на дробном, а не на целочисленном исчислении. В частности, в работах [1, 2] предложены различные конститутивные модели, основанные на дробном исчислении, включая две дробные модели высокого по-

рядка (дробную модель Максвелла и дробную модель Фойгхта), для соответствия экспериментальным данным релаксации и экспериментальным данным ползучести [3]. В исследовании [4] разработана модель Гука–Работнова–Кельвина вязкоупругости для костной ткани, учитывающая анизотропию, неоднородность и перестройку костной ткани. Уравнения соответствуют монотропной (monotropic) реологической модели костной ткани [5]. Для расчета упругих и вязкоупругих параметров материала разработан алгоритм, в котором используются результаты испытаний на ползучесть, сжатие и сдвиг. Настоящая работа развивает это направление исследований и посвящена оценке напряженно-деформированного состояния бедернной кости при сложном сопротивлении, соответствующем действию собственного веса человека при рутинной деятельности человека. Выполнен сравнительный анализ распределений напряжений в поперечном сечении бедренной кости для различных вариантов описания постоянных упругости, представленных в работах [1, 2, 4].

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта Ф20Р–083 БРФФИ – РФФИ.

Литература

1. *Liu J.G., Xu M.Yu.* Higher-order fractional constitutive equations of viscoelastic materials involving three different parameters and their relaxation and creep functions. *Mech. Time-Depended Mat.*. **10** (2006), 263-279. DOI 10.1007/s11043-007-9022-9.

2. *Liu J.G., Xu M. Yu.* Study on the viscoelasticity of cancellous bone based on higher-order fractional Models. *2008 2nd International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering.* (2008), 1733–1736. doi: 10.1109/ICBBE.2008.761.

3. *Wang Y.f., Zhang Z.J., Hei F.Z., Ma H.S.* Experimental study on the viscoelastic properties of cancellous bone of the os calcaneus, os lunatum and os capitalum. *J. Biomed. Eng.* **20** (2003), 434–438.

4. *Pawlikowski M., Klasztorny M., Skalski K.* Studies on constitutive equation that models bone tissue. *Act. Bioeng. Biomech.* **10** (2008), 39–47.

5. *Klasztorny M., Gieleta R.* The HWKK rheological model for resins. *J. Theor. Appl. Mech.* **40** (2002) 939—960.

МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЕРАТОРОВ ДРОБНОГО ПОРЯДКА

С. М. Босяков (Минск, Беларусь), М. В. Шитикова (Воронеж, Россия)

Математические модели с использованием производных дробного порядка в последние три десятилетия нашли широкое применение во многих областях науки и техники, в том числе при решении различных задач механики, где требуется описание вязкоупругих свойств материалов и конструкций [1–3]. Основные математические идеи приложения дробного исчисления при моделировании биологических систем изложены в обзорной работе [4], а в [5] приведены примеры использования таких моделей для решения задач биомеханики.

В данном докладе представлены результаты работы по разработке нового класса математических дробно-дифференциальных моделей функционирования вязкоупругих биологических тканей и биомеханических систем в нормальном и патологическом состояниях. Поскольку физико-механические характеристики вязкоупругих мягких и костных тканей, включая коэффициент Пуассона, параметры Ламе и объемный модуль, с течением времени изменяются от своих нерелаксированных значений до релаксированных величин, то для описания процессов релаксации и ползучести используются зависящие от времени операторы дробного порядка с ядром в виде дробно-экспоненциальной функции Ю.Н. Работнова. Для обобщения вязкоупругих моделей, соответствующих различным режимам функционирования биологических тканей, использован параметр дробности, являющийся величиной, описывающей изменения структуры рассматриваемого объекта при возникновении патологий и/или при возрастных изменениях. Этот параметр позволяет учесть различное поведение биоматериалов при кратковременных и долговременных нагрузках различной интенсивности.