

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ЕДИНЫЙ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ЕСТЕСТВЕННЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ НАУКАХ

Остапенко А.В.<sup>1</sup>, профессор, e-mail: [astapenka2015@gmail.com](mailto:astapenka2015@gmail.com)

Баранов В.В.<sup>2</sup>, профессор, e-mail: [vvb@bsuir.by](mailto:vvb@bsuir.by)

Калита О.В.<sup>2</sup>, старший преподаватель, e-mail: [kalita@bsuir.by](mailto:kalita@bsuir.by)

2023

1 БИП – Университет права и социально-информационных технологий

2 Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Ключевые слова: динамическая система, транзисторы с высокой подвижностью электронов, моделирование

Аннотация: Статья посвящена анализу возможностей методов математического моделирования для оптимизации электрических параметров транзисторов с высокой подвижностью электронов на основе гетероструктур на базе GaN

Огромная серия открытий физике, химии, кибернетике и других естественных науках, произошедших в минувшем XX ст. показало всю огромную силу методов математического моделирования при изучении физического мира. По сути и квантовая механика и современная теория элементарных частиц являются отражением философии позитивизма в методологии и осознанием математики как центрального инструмента при построении любых систем природы.

Вслед за науками естественного направления все большее внимание учёных гуманитариев (философов, социологов, экономистов, историков...) в настоящее время обращено именно к математическому моделированию.

Развитие общественных наук (исторических наук, этнологии, политических и социальных наук) в современную эпоху неразрывно связано с математическим моделированием, а также общей теорией систем.

В данной работе, исходя из достижений всей современной науки, предлагается выделить некоторые общие закономерности (принципы построения концепций) присущие

нашему мирозданию – как физическому миру, так и пространству общественных отношений, которые отражены в таких науках как философия, социология, экономика, история

**Первый принцип**, истоки которого восходят к средним векам и который нашел окончательное завершение в формулировке Гамильтона гласит:

Любая динамическая система ведет себя так, чтобы действие

$$S = \int_{t_1}^{t_2} L(q, \dot{q}, t) dt$$

имело наименьшее возможное значение.

В зависимости от смысла Лагранжиана  $L$  и обобщенных координат  $q$  из принципа наименьшего действия (ПНД) следуют:

законы механики Ньютона,

релятивистской механики,

классической теории электричества:

(Уравнения Максвелла)

квантовой механики:

(Уравнение Шредингера)

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(t, \vec{r}) = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi(t, \vec{r}) + U(\vec{r}) \Psi(t, \vec{r}).$$

термодинамики,

гидродинамики:

Уравнение Навье-Стокса в векторной форме:

$$\rho \frac{d\vec{v}}{dt} = -\rho \vec{g} - \text{grad} P + \mu \Delta \vec{v}$$

общей теории относительности:

(Уравнения Эйнштейна)

Кроме того, ПНД составляет основу не только законов физики, но и технических наук – в области электроники, радиоэлектроники компоненты, микро- и наноэлектронике, разработке приборов на квантовых эффектах.

Так при разработке методов и средств для теоретического и экспериментального анализа переноса электронов в GaAs и GaN структурах НЕМТ в квазигидродинамическом приближении до и после радиационного воздействия решается система уравнений [4]:

$$\Delta V = \frac{q}{\varepsilon_s}(N_d - n); \quad \frac{dm(W)\mathbf{v}}{dt} = -q\mathbf{E} - \frac{m(W)}{\tau_p}\mathbf{v};$$

$$\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi_i}{dz^2} + (W_i - V(z))\psi_i = 0; \quad \frac{\partial(Wn)}{\partial t} = (\nabla, \mathbf{j}_W) + (\mathbf{j}, \mathbf{E}) + GW_e - \frac{n(W - W_0)}{\tau_W};$$

$$\mathbf{j}_n = -qn\mathbf{v} + q\nabla(Dn); \quad \mathbf{j}_W = -nW\mathbf{v} + \nabla(DnW);$$

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{1}{q}(\nabla, \mathbf{j}) + G - R; \quad \mathbf{j}_i = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}; \quad \mathbf{E} = -\nabla V,$$

Весьма близкими к вышеупомянутым уравнениям – по структуре и возможностям аналитического описания теории – являются уравнения, предложенные В. Вайдлихом для описания демографических явлений в обществе, используемых в социодинамике:

$$\frac{dP(\mathbf{n}, t)}{dt} = \sum_{i,j(i \neq j)}^L \omega_{ij}(\mathbf{n}_{ji}; t)P(\mathbf{n}_{ji}; t) - \sum_{i,j(i \neq j)}^L \omega_{ij}(\mathbf{n}; t)P(\mathbf{n}; t) + \sum_{i=1}^L \omega_{i+}(\mathbf{n}_{i-}; t)P(\mathbf{n}_{i-}; t) - \sum_{i=1}^L \omega_{i+}(\mathbf{n}; t)P(\mathbf{n}; t) + \sum_{i=1}^L \omega_{i-}(\mathbf{n}_{i+}; t)P(\mathbf{n}_{i+}; t) - \sum_{i=1}^L \omega_{i-}(\mathbf{n}; t)P(\mathbf{n}; t)$$

где  $\mathbf{n}_{ji}, \mathbf{n}_{i-}, \mathbf{n}_{i+}$  – векторы числа особей  $n$  в процессах миграции, рождаемости и смертности,  $\omega, P$  – интенсивность и вероятность соответствующих процессов.

**Второй принцип** составляет основу общей теории систем (ОТС) (Л. фон Бергаланфи, 1950<sup>1</sup>) и отвечает за процессы как не живой, так и живой природы. «...Одним из результатов, полученных мною, оказалась так называемая теория открытых систем и состояний подвижного равновесия, которая, по существу, является расширением обычной физической химии, кинетики и термодинамики. Оказалось, однако, что я не смог остановиться на однажды избранном пути и был вынужден прийти к ещё большей генерализации, которую я назвал общей теорией систем» – так писал Бергаланфи о своем открытии.

Признанным специалистом в области моделирования в экономике является Г. Саймон, обосновавший концепцию ограниченной рациональности и продемонстрировавший возможности применения парадигмы рационального выбора с помощью метода моделирования. Аксиомы рационального поведения находят свое применение и в социальной сфере.

Наиболее впечатляющим методом исследования в самых разных областях науки в XX столетии явилась **общая теория систем и системный анализ**. Именно благодаря представлению экономики государства как системы, включающей все отрасли хозяйства со

всеми ее отраслями находящимися в глубокой взаимосвязи, В. Леонтьев смог описать и экономические процессы, что позволило вывести из кризиса ряд передовых стран, в том числе США, Германию и Японию.

Началом политического моделирования можно считать, по-видимому, работу Л. Ричардсона «Математическая психология войны», напечатанную в 1919 году. С тех пор, моделирование прошло много этапов своего развития и совершенствования. Разработка основ применения моделирования в социальных науках происходила в рамках системного подхода в работах Р. Аккоффа, И. Блауберга, Э. Мирского, В. Садовского, Е. Морозова и др.

Дальнейшее развитие было определено появлением большого числа прикладных политических исследований, связанных с применением метода моделирования. В связи с этим продолжалось развитие и теоретических положений, способствовавших расширению представлений о методе моделирования.

Резюмируя можно сказать, что методы математического моделирования имеют очень высокую степень адаптации и применения в самых различных отраслях знаний. Обобщение и преемственность наших исследований в разных научных направлениях имеет большую перспективу не только как фундаментальное направление в науке, но и в методологическом и в практическом аспектах.

#### Список использованных источников

1. Вайдліх, В. Социодинамика. Системный подход к математическому моделированию в социальных науках / В. Вайдліх. М.: Едиториал УРСС, 2004. 480 с.
2. Novikava S. et al. (1997). The Statute of Hierarchical Mathematics and Its Cybernetical Maintenance. Preprints of Eleventh International Conference Modelling and Scintific Computing. P.149. Washington, D.C., USA.
3. Остапенко А.В. Моделирование политических процессов // Научные труды Республиканского института высшей школы. Философско-гуманитарные науки. Сб. научных статей. Выпуск 5 (10), 2008. С. 160 – 167.
4. Тарасова Е.А., Демидова Д.С., Оболенский С.В., Фефелов А.Г., Дюков Д.И. InAlAs/InGaAs НЕМТ при облучении квантами высоких энергий // Физика и техника полупроводников, 2012, т. 46, № 12, с. 1587-1592.