

three-dimensional printing has occurred only in 2010, when the 3D-printers have become affordable for everyone.

This article reviews of using of three-dimensional printing methods in biomedicine, information on the most advanced research in this area, as well as prospects for development in the coming years.

In nowadays, biotechnological companies and scientific institutions are doing research in the direction of biological 3D-printing. The research is studying the possibility of using inject / dropping 3D-printing in tissue engineering to create artificial organs. The technology is based on the application of the living cell layers on the substrate or sugar gel matrix, with the gradual buildup of a fiber to create 3d structures.

Nevertheless, despite the high level of technology are still problems in our society, such as doctors which are not possible to return the patient to a normal lifestyle. According to Pulitzer Center in 2014, the total number of fatalities in car accidents of the world has reached 1.24 million deaths per year, with more than 50 million people were seriously injured. One of the recent discoveries of Japanese scientists could help many of these people.



Fig. 1. 3D-printer that prints the basis for bone tissue

Doctors from the Research Institute of Samuel Lunenfeld, medical complex at Mount Sinai Hospital, teamed up with bioengineering, biology and surgeons, trying to explore the possibility of using the patient's own tissue to create new bone. The study, a methodology was developed, the key element is the 3D-printer (Figure 1). With the help of MRI technology scanned the damaged bone, which is based on the results of three-dimensional model. Then, from a special biodegradable porous material is printed an exact copy of the damaged item. This material promotes the growth of cells, and cartilaginous tissue accumulates easily derived stem cells of a patient.

Gradually, a bone has a shape then materials dissipate. As a result, there is only the bone, which has no different between the original one. [3] This technique can help affected people

rebuild their bones, damaged in an accident, fights, with gunshot wounds, or in the course of diseases such as arthritis, gout, etc.

Used in modern medicine, artificial blood vessels are typically made of plastic, and can cause the development of bacterial infections in humans.

The Japanese company Cyfuse Biomedical and University of Saga jointly developed printing method arteries using skin cells of the patient and 3D-printing technology. To create a three-dimensional shape of the vessel tissues, researchers found in 3D-array printer metal needle length of 10 mm and a diameter of 0.1 mm. Adjusting the length of the needles and their number, researchers can change the thickness of the blood vessels.



Fig. 2. Mechanical prosthesis Cyborg Beast, worth \$ 10

Now experts are testing on animals transplanted arteries. Upon completion of clinical trials, the researchers plan to use this technology for the treatment of people already in 2018. With the proliferation of technology, such diseases as diabetic necrosis, diabetic angiopathy, gangrene, etc. can be cured by simply grafting new vessels to replace the damaged [4].

The advent of 3D-printing played a major role in the field of prosthetic limbs. Using the 3D-printer, the engineers were able to create as complex electromechanical prostheses with a low cost (\$ 50), not inferior in performance expensive models (from \$ 10,000) and simple mechanical prostheses, so much gaining popularity in children prosthetics.

Scope of application of three-dimensional printing catch the imagination, making it possible that a few years ago seemed impossible. The prospects offered by this area are noteworthy research teams around the world, and this young technology will undoubtedly give us many more surprises and opportunities.

References

1. The development of information technology - three-dimensional printing facilities. Tolgo AV Voronin AD, pages 150-151 - 2014.
2. In the world of science - can not print, the number of 7-8, pages 48-51 - 2013.
3. <http://www.cyfusebio.com/>
4. <http://3dtoday.ru/>

Секция «Математическое моделирование в нефтегазовой и геологоразведочной отраслях», научный руководитель – Кобрунов А.И.

НЕЧЕТКОЕ ОТНОШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИКО – ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И ТЕХНИКА ИХ ПРОГНОЗА ПО НАБЛЮДАЕМЫМ ДАННЫМ.

Дорогобед А.Н., Кожевникова П.В.

Ухтинский государственный технический университет
Ухта, Россия, e-mail: lekun90@mail.ru

Задача прогнозирования параметров в современных геологических условиях характеризуется: во первых прогно-

зирование в условиях неопределенности, во вторых данные на основании которых выполняется прогнозирование характеризуются размытостью, нечеткостью и само прогнозирование выполняется с использованием косвенных признаков, несущих информацию о требуемых параметрах на основании некоторых промежуточных заключений.

Основным инструментом прогнозирования параметров служит метод корреляционно регрессионного анализа, который в своей основе предполагает модель

данных складывающийся из некоторых точных детерминированных зависимостей, осложненных помехами.

Изучение сложно построенных сред характеризуется неоднородностью, проявляющейся в рассеянии наблюдаемых параметров, а также необходимо развитие эффективных технологий оперирования с физически содержательными характеристиками рассеяния параметров.

Для этих целей нами предлагается воспользоваться аппаратом нечетких множеств созданным Лофти Заде [1] и методами нечетких выводов Момдами [2] с использованием фундаментальных решений уравнений диффузии.

Основными элементами технологии прогнозирования данных служат:

1) Конструирование функций принадлежности

Параметры $\{s^1, s^2, s^3, \dots, s^i; i = 1 \div M\}$ могут быть представлены в виде точек фазового пространства S параметров $S: s = \{s^i; i = 1 \div M\} \in S$.

В результате группы экспериментов A , получены значения $\{s_j; j = 1 \div N\}$, используемые для обучения прогноза. Каждое из s_j это одновременно измеренные значения параметров $\{s_j^1, s_j^2, \dots, s_j^i; i = 1 \div M, j = 1 \div N\}$ характерных для условного «образца» или точки измерения $s_j = \{s_j^i; i = 1 \div M, j = 1 \div N\}$.

Аппроксимация функции принадлежности $\mu_A(\mathbf{s})$ находится в виде:

$$\mu_A(\mathbf{s}) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^K \varphi(\mathbf{h}^k) K(\mathbf{h}^k, \mathbf{s}) \quad (1)$$

где $K(\mathbf{h}, \mathbf{s})$ – базисная система функций, параметризованная вектором параметров $\mathbf{h}, j(\mathbf{h}^i)$ – информация о значениях параметров, дошедшая до измерительного прибора в рассеянном состоянии.

Для элемента аппроксимации $K(\mathbf{h}, \mathbf{s})$ был введен принцип максимальной энтропии. В соответствии с этим принципом в качестве элемента аппроксимации была выбрана функция нормального закона распределения [номер]:

$$K(\mathbf{h}, \mathbf{s}) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{|\mathbf{h}-\mathbf{s}|^2}{2\sigma^2}\right] \quad (2)$$

где \mathbf{h} – математическое ожидание, $\sigma^2 \in S^2$ – второй центральный момент – дисперсия нормального распределения.

Тогда функция принадлежности принимает вид:

$$\mu_A(\mathbf{s}) = \frac{1}{N\sigma\sqrt{2\pi}} \sum_{k=1}^K \varphi(\mathbf{h}^k) \exp\left[-\frac{|\mathbf{h}^k-\mathbf{s}|^2}{2\sigma^2}\right] \quad (3)$$

Соотношение (3) в таком случае, интерпретируется как диффузионное рассеяние в бесконечном однородном пространстве параметров точечных источников, расположенных в \mathbf{h}^k .

На рис. 1 приведены результаты экспериментального примера.

Установление цепных правил прогнозирования начального и конечного параметра по известной цепочки правил между промежуточными параметрами

Основными элементами, определяющими метод прогнозирования значений нечеткой величины $s^1 \in S^1$ (прогнозного параметра) по значению выделенного для прогноза параметра $s^2 \in S^2$ (выделенного параметра) служат:

– установленное отношение в форме поля рассеяния (функции принадлежности) $\mu_A(s^1, s^2)$ для нечеткого отношения между нечеткими переменными s^1 и s^2 ;

– функция принадлежности $\mu_{A(s^1)}(s^1)$ для значений величины s^1 из интервала $A(s^1)$ для которой выполняется прогноз;

– композиция $\mu_{A(s^1)}(s^1)$ и $\mu_A(s^1, s^2)$ устанавливает правило расчета – функции принадлежности $\mu_{A(s^1)}(s^2)$ нечеткой величины s^2 , прогнозируемой по значениям функции принадлежности $\mu_{A(s^1)}(s^1)$ для s^1 из интервала $A(s^1)$ и заданному отношению $\mu_A(s^1, s^2)$.

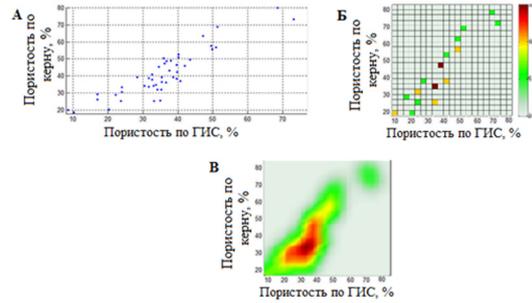


Рис.1. Экспериментальная зависимость с рассеянием данных: А) исходные данные; Б) Карта точечных источников информации В) Результаты отношения в форме поля рассеяния, выполненных по (3)

Эксперименты, связанные с измерением параметров s^1 итогом которых служит s^1 для прогноза значений $s^2 \in S^2$ обозначим $A(\bar{s}^1)$. В соответствии с (3), функция принадлежности или поле рассеяния для параметров s^1 , после измерения значений $\bar{s}^1: s^1_k, k = 1 \div N_k$ можно представить в форме:

$$\mu_{A(\bar{s}^1)}(s^1) = \frac{1}{N\sigma\sqrt{2\pi}} \sum_{k=1}^K \varphi(h^k) \exp\left[-\frac{|h^k - s^1_k|^2}{2\sigma^2}\right] \quad (4)$$

Для прогноза по этим данным поля рассеяния для $s^2 \in S^2$ используется правило Мамдани [106]:

$$\mu_{A(\bar{s}^1)}(s^2) = \max_{s^1 \in S^1} \left[\min \left\{ \mu_A(s^1, s^2), \mu_{A(\bar{s}^1)}(s^1) \right\} \right] \quad (5)$$

В значительном числе ситуаций между параметрами аргументами и прогнозируемыми правилами нет исходных экспериментальных данных A , позволяющих построить по ним $\mu_A(\mathbf{s}) = \mu_A(s^1, s^2)$. Вместо этого имеется цепочка экспериментов, устанавливающих связь между параметрами s^1 и s^2 через некоторые промежуточные параметры q . Процедура расчёта композиции полей $\mu_M(\mathbf{f}) = \mu_M(s^1, \mathbf{q})$, ..., $\mu_M(\mathbf{g}) = \mu_M(\mathbf{q}, s^2)$ таким образом, чтобы исключить промежуточный параметр q и найти $\mu_A(\mathbf{s}) = \mu_A(s^1, s^2)$ выполняется по правилу композиций Мамдани, аналогичной (5) и состоящей в следующем:

$$\mu_A(\mathbf{s}) = \mu_A(s^1, s^2) = \max_q \left[\min \left\{ \mu_M(s^1, \mathbf{q}), \mu_M(\mathbf{q}, s^2) \right\} \right] \quad (6)$$

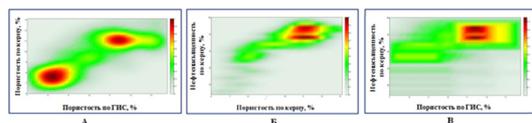


Рис. 2. Результаты композиций двух отношений, выполненных по (6)

На рис. 3 приведена кривая локализации для прогноза параметра нефтенасыщенности выполненных по (5)



Рис. 3. Кривая локализации для прогноза параметра нефтенасыщенности выполненных по (5)

2) Конструирование последующих срезов по параметру значения функции принадлежности для прогнозной модели

По диаграммам исходных значений пористости, рассчитанных по геофизическим измерениям вдоль ствола скважин, могут быть найдены интервалы изменения достоверности подсчетных параметров по всем скважинам. По значениям достоверностей в скважинах далее строятся соответствующие кубы достоверности рис. 4.

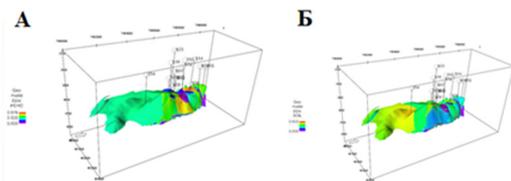


Рис. 4. А – Трёхмерный куб распределения достоверности параметра пористости; Б – Трёхмерный куб распределения достоверности параметра нефтенасыщенности

Разработанные методы моделирования на основе технологий нечетких методов и нечеткой алгебры и логического вывода Мамдами позволяет реально оценивать информационную обеспеченность компонент прогнозирования физико – геологической модели, давать объективную оценку достоверности подсчетных параметров и выполнять прогнозирование и планирование дальнейших работ для доразветки месторождений.

Список литературы

1. Алтуний А.Е., Семухин М.В. Сравнительный анализ использования вероятностных и нечетких методов оценки неопределенности и рисков при подсчете запасов и ресурсов углеводородов. Нефть. хоз. 2011. №. 9. С. 44-49.
2. Алтуний А.Е., Семухин М.В. Расчеты в условиях риска и неопределенности в нефтегазовых технологиях. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2005. 296 с.
3. А.И. Кобрунов А.В. Григорьевых Методы нечеткого моделирования при изучении взаимосвязей между геофизическими параметрами. М. «Геофизика» № 2. 2010. С. 17-23.
4. Кобрунов А.И. К теории комплексной интерпретации. Геофиз. журн. 1980. Т. 2. №. 2. С. 31-39.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ СВЯЗНОСТИ СКВАЖИН ДЛЯ МЕТОДА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ

Кунцев В.Е.

Ухтинский государственный технический университет
Ухта, Россия, e-mail: Vitaly.91@yandex.ru

Оценка межскважинной связности пласта позволяет получить информация о пространственном распределении фильтрационного сопротивления, характеризующего продуктивную способность проницаемого пласта. Фильтрационные характеристики количественно могут быть выражены через коэффициент пьезопроводности [1]. Сейчас мониторинг проница-

емости пласта осуществляется методами гидродинамического контроля, в частности, развивающимся методом гидродинамической томографии.

Задача нахождения пространственного распределения сопротивления движению флюида как томографическая задача обработки измерений наступления реакции в рассматриваемых скважинах при изменении давления в возмущающих скважинах была сформулирована в работе [2]. Решение задачи томографии требует проведения дорогостоящих и длительных экспериментов по измерению интервальных времен, распространения характерных точек кривой восстановления давления в системе из нескольких скважин, вскрывших связанные участки пласта. Поэтому возникает необходимость в разработке технологии синтеза томографических данных по результатам контроля за дебитом скважин в процессе их штатной эксплуатации. Технология получения томографических данных может быть реализована с помощью математической модели.

Рассмотрение модели оценки связности скважин обоснована тем, что она является имитационной моделью, с помощью которой можно получить данные для метода томографии. Это возможно, поскольку необходимые данные уже скрыты в текущих измерениях штатной эксплуатации скважин. Таким образом, возникает задача построения модели оценки связности скважин по данным из истории эксплуатации месторождения. Далее на построенной модели будут проводиться измерения для получения необходимых томографических данных, которые будут использоваться для определения аномальных зон фильтрационного сопротивления внутри продуктивного пласта.

Построение модели оценки связности скважин на основе данных из истории эксплуатации месторождения выполнялось в работах [3], [4]. Рассмотренные работы используют технологию емкостной модели (СМ – Capacitance Model), представленной в работе [5], которая характеризует свойства продуктивного пласта на основании использования данных из истории штатной эксплуатации скважин: скоростей по добыче и закачке жидкости. В статье предлагается в качестве модели связи эксплуатируемого месторождения, в котором происходит закачка и отбор жидкости, адаптированной к поставленной задаче, использовать модель связной системы, в которой дебит i-й скважины определяется на основе принципа суперпозиции нескольких отдельных физических факторов. При ее выборе следует руководствоваться простотой базовых принципов и хорошими аппроксимационными возможностями предлагаемой конструкции:

$$Q_i(t) = Q_{i,1}(t) + Q_{i,2}(t) + Q_{i,3}(t) \quad (1)$$

Здесь, $Q_{i,1}(t)$ описывает динамику первичного дебита i-й добывающей скважины, не подверженной влиянию других скважин, и аппроксимируется с помощью линейного эволюционного уравнения:

$$Q_{i,1}(t) = e^{-t\lambda_i} Q_{i,1}(t_0), \quad (2)$$

где t_0 – начальное время работы скважины, λ_i – коэффициент затухания, определяющий скорость экспоненциального снижения дебита на i-й скважине и в частном случае не меняющийся во времени.

Второй фактор $Q_{i,2}(t)$ определяет влияние нагнетательных скважин на i-ю добывающую скважину и является линейной комбинацией влияний всех нагнетательных скважин:

$$Q_{i,2}(t) = \sum_{j=1}^{N_{int}} \Psi_j(t - \sigma_{ij}) \quad (3)$$

Это влияние имеет своей причиной изменение распределения внутрипластового давления, под воздействием проводимого заводнения месторождения,