

Научная статья  
УДК 553.982  
<https://doi.org/10.24143/1812-9498-2023-3-33-36>  
EDN PBPBOP

---

## Применение нанороботов в нефтегазовой отрасли

---

*Магомед-Амин Микаилович Картоев, Елена Андреевна Шевяхова,  
Наталья Федоровна Лямина*✉

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Россия, nataliagty@mail.ru*✉

---

**Аннотация.** С целью повышения нефтеотдачи на нефтяных месторождениях исследованы возможности использования пластовых нанороботов в нефтегазовой промышленности. Нанороботы представляют собой микро- и наномеханические системы, способные быть инжектированными в пласт нефти для исследования и модификации его свойств. Главное внимание уделено решению проблемы доступности нефти в пласте, которое достигается путем создания механических каналов и изменения физико-химических характеристик нефтяных слоев, с учетом ключевых факторов – надежности и долговечности нанороботов, их способности работать в экстремальных условиях месторождений. Подчеркивается важность разработки специализированной инфраструктуры для эффективного управления и контроля за нанороботами, включающую программное обеспечение этих процессов, а также систему связи для обмена данными между нанороботами. Рассмотрены способность нанороботов взаимодействовать между собой и решать задачи, связанные с оптимизацией процессов добычи нефти на месторождении. Отмечается, что нанороботы могут применяться для исследования и мониторинга состояния скважин, усиления процессов добычи, улучшения свойств материалов, а также в ремонтных работах. Перед широким внедрением этой технологии в нефтегазовой отрасли выявлена необходимость проведения детального исследования, определения оптимальных методов внедрения и решения вопросов безопасности и надежности такой системы.

**Ключевые слова:** нефтегазовые технологии, наноматериалы, нанотехнологии, нанороботы

**Для цитирования:** *Картоев М.-А. М., Шевяхова Е. А., Лямина Н. Ф.* Применение нанороботов в нефтегазовой отрасли // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2023. № 3. С. 33–36. <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2023-3-33-36>. EDN PBPBOP.

Original article

---

## The use of nanorobots in the oil and gas industry

---

*Magomed-Amin M. Kartoev, Elena A. Shevyakhova, Natalia F. Liamina*✉

*Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russia, nataliagty@mail.ru*✉

---

**Abstract.** In order to increase oil recovery in oil fields the possibilities of using reservoir nanorobots in the oil and gas industry have been investigated. Nanorobots are micro- and nanomechanical systems capable of being injected into an oil reservoir to study and modify its properties. The main attention is paid to solving the problem of oil availability in the reservoir which is achieved by creating mechanical channels and changing the physico-chemical characteristics of oil words, taking into account key factors - the reliability and durability of nanorobots, their ability to work in extreme field conditions. The importance of developing a specialized infrastructure for effective management and control of nanorobots, including software, as well as a communication system for data exchange between nanorobots, is emphasized. The ability of nanorobots to interact with each other and solve problems related to the optimization of oil production processes is considered. It is noted that nano-robots can be used to study and monitor the condition of wells, enhance production processes, improve the properties of materials, as well as in repair work. Before using this technology widely in the oil and gas industry, it is necessary to carry out a detailed study in order to determine the optimal methods of implementation and to solve issues of safety and reliability of such a system.

**Keywords:** oil and gas technologies, nanomaterials, nanotechnology, nanorobots

**For citation:** Kartoev M.-A. M., Shevyakhova E. A., Liamina N. F. The use of nanorobots in the oil and gas industry. *Oil and gas technologies and environmental safety*. 2023;3:33-36. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2023-3-33-36>. EDN PBPBOP.

### **Введение**

Использование пластовых нанороботов для увеличения нефтеотдачи на нефтяных месторождениях является одним из направлений развития нефтегазовой промышленности, которое может привести к более эффективному использованию нефтегазовых ресурсов.

Нанороботы – это микро- и наномеханические системы, которые могут быть инжесктированы в пласт нефти для исследования и изменения его свойств. Они могут быть использованы для увеличения доступности нефти в пласте, например, путем создания механических каналов или изменения физико-химических свойств нефти [1].

Одним из важных этапов в использовании нанороботов (пример механического наноробота представлен на рис. [2]) является их разработка

и дизайн. Они должны быть надежными и долговечными, выдерживать различные условия на месторождении, а также иметь необходимые функции для изменения свойств пласта нефти. К тому же еще одним важным аспектом внедрения нанороботов на нефтяных месторождениях является создание соответствующей инфраструктуры для их управления и связи. Это может включать в себя разработку программного обеспечения для управления и мониторинга нанороботов, а также создание системы связи для передачи данных и управления. Находящиеся в разных частях пласта нанороботы будут обмениваться информацией, управлять друг другом и решать, в каких зонах нужно усилить отбор нефти, а в каких форсировать заводнение. Концепцию нанороботов отстаивают ряд авторов на конференциях нефтегазового профиля.



Механический наноробот (молекулярный ассемблер)

Mechanical Nanorobot (molecular assembler)

### **Объекты и методы исследования**

К идее внедрения нанороботов в нефтегазовую отрасль, а также к самим нанотехнологиям, большинство нефтяников относятся скептически. Для того чтобы внедрение пластовых нанороботов на нефтяных месторождениях было эффективным, необходимо провести детальное исследование пласта и определить оптимальный метод их внедрения [3]. Это может включать в себя использование различных методов моделирования, анализа и симуляции, чтобы оценить потенциал использования и определить наиболее эффективные способы их внедрения. В процессе внедрения нанороботов в пласт нефти они могут быть доставлены на место с помощью специально разработанных инжекторов, после чего могут быть управляемы и отслеживаемы с помощью различных технологий, таких как радио-

управление и нейронные сети. В целях обеспечения их безопасного и эффективного функционирования на месторождении необходимо разработать систему управления и мониторинга их работы. Это может включать в себя использование датчиков, камер и другого оборудования для отслеживания и контроля движения и действий нанороботов.

Другим немало важным аспектом является создание безопасности и резервных мер для нанороботов в случае неожиданных ситуаций на месторождении. Это может включать в себя создание системы управления экстренными ситуациями и планов действий в случае аварии.

Внедрение нанороботов в нефтегазовую отрасль имеет значительные перспективы для улучшения процессов добычи, производства и обслуживания и могут применяться в различных целях:

1) исследования и мониторинг: могут быть использованы для проведения диагностики и мониторинга состояния скважин, идентификации участков повреждений или засоров, а также для измерения физико-химических параметров внутри скважин; контроля состояния подземных трубопроводов, обнаружения утечек и предотвращения возможных аварий;

2) улучшение процессов добычи и производства: возможное их применение для усиления процессов фракционирования на наноуровне при добыче нефти и газа, облегчая разрушение пористых структур и повышая эффективность добычи, а также для удаления нагромождений, отложений и засоров, что помогает поддерживать нормальный режим работы систем;

3) модификация и улучшение свойств материалов: могут быть использованы для проведения микро- и наноремонта поврежденных материалов, что позволит продлить срок службы оборудования и сооружений, для нанесения и контроля нанослоев смазочных и антикоррозионных материалов на внутреннюю поверхность трубопроводов и оборудования, повышая их эффективность и снижая износ;

4) применение в ремонтных работах: при проникновении нанороботов внутрь подводных трубопроводов могут быть использованы для диагностики повреждений и проведения микроремонта без необходимости извлечения трубопровода на поверхность.

#### **Заключение**

Использование пластовых нанороботов на нефтяных месторождениях может быть перспективным способом увеличения нефтеотдачи за счет точного и эффективного контроля и управления процессом добычи. Но это требует внимательного планирования и внедрения. Кроме этого, они могут быть использованы для доступа к труднодоступным местам, увеличения объема добываемой нефти в отдельных скважинах, а также для снижения затрат и рисков на месторождении. Разработка и внедрение таких систем требует значительных финансовых и технологических затрат, достаточного исследования и тестирования перед полным введением их в технологию [4].

#### **Список источников**

1. Mokhatab S., Fresky M. A., Islam M. R. Applications of Nanotechnology in Oil and Gas E&P // *Journal of Petroleum Technology*. 2015. N. 58 (04). P. 48–51. URL: [https://www.researchgate.net/publication/273527786\\_Applications\\_of\\_Nanotechnology\\_in\\_Oil\\_and\\_Gas\\_EP](https://www.researchgate.net/publication/273527786_Applications_of_Nanotechnology_in_Oil_and_Gas_EP) (дата обращения: 21.08.2023).

2. Евдокимов И. Н., Лосев А. П. Комплект учебных пособий по программе магистерской подготовки «Нефтегазовые нанотехнологии для разработки и эксплуатации месторождений». Часть 1. Материалы научных конференций (2003–2006 гг., на русском языке). Москва: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2007. 58 с. URL: [https://eee.gubkin.ru/PUBLICAT\\_RUS\\_](https://eee.gubkin.ru/PUBLICAT_RUS_)

[files/METHODICH/%CF%CE%D1%CE%C1%C8%C5\\_%D7%C0%D1%D2%DC\\_1.pdf](files/METHODICH/%CF%CE%D1%CE%C1%C8%C5_%D7%C0%D1%D2%DC_1.pdf) (дата обращения: 05.09.2023).

3. Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties. The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, UK, 2004. URL: [https://royalsociety.org/~media/royal\\_society\\_content/policy/publications/2004/9693.pdf](https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/publications/2004/9693.pdf) (дата обращения: 05.09.2023).

4. Akshar Thakkar, Aakash Raval, Shishir Chandra, Manan Shah, Anirbid Sircar. A comprehensive review of the application of nano-silica in oil well cementing // *Petroleum*. 2019. URL: [https://www.researchgate.net/publication/333914589\\_A\\_comprehensive\\_review\\_of\\_the\\_application\\_of\\_nano-silica\\_in\\_oil\\_well\\_cementing](https://www.researchgate.net/publication/333914589_A_comprehensive_review_of_the_application_of_nano-silica_in_oil_well_cementing) (дата обращения: 21.08.2023).

#### **References**

1. Applications of Nanotechnology in Oil and Gas E&P [Applications of Nanotechnology in Oil and Gas E&P]. *Journal of Petroleum Technology*, 2015, no. 58 (04). pp. 48-51. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/273527786\\_Applications\\_of\\_Nanotechnology\\_in\\_Oil\\_and\\_Gas\\_EP](https://www.researchgate.net/publication/273527786_Applications_of_Nanotechnology_in_Oil_and_Gas_EP) (accessed: 21.08.2023).

2. Evdokimov I. N., Losev A. P. *Komplekt uchebnykh posobii po programme magisterskoi podgotovki «Neftegazovye nanotekhnologii dlia razrabotki i ekspluatatsii mestorozhdenii». Chast' 1. Materialy nauchno-tekhnicheskikh konferentsii (2003–2006 gg., na russkom iazyke)* [A set of textbooks on the master's degree program "Oil and gas nanotechnology for the development and operation of deposits". Part 1. Materials of scientific and technical conferences (2003-2006, in Russian)]. Moscow, RGU nefti i gaza im. I. M. Gubkina, 2007. 58 p. Available at: [https://eee.gubkin.ru/PUBLICAT\\_](https://eee.gubkin.ru/PUBLICAT_)

[RUS\\_files/METHODICH/%CF%CE%D1%CE%C1%C8%C5\\_%D7%C0%D1%D2%DC\\_1.pdf](RUS_files/METHODICH/%CF%CE%D1%CE%C1%C8%C5_%D7%C0%D1%D2%DC_1.pdf) (accessed: 05.09.2023).

3. *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties* [Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties]. The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, UK, 2004. Available at: [https://royalsociety.org/~media/royal\\_society\\_content/policy/publications/2004/9693.pdf](https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/publications/2004/9693.pdf) (accessed: 05.09.2023).

4. Akshar Thakkar, Aakash Raval, Shishir Chandra, Manan Shah, Anirbid Sircar. A comprehensive review of the application of nano-silica in oil well cementing [A comprehensive review of the application of nano-silica in oil well cementing]. *Petroleum*, 2019. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/333914589\\_A\\_comprehensive\\_review\\_of\\_the\\_application\\_of\\_nano-silica\\_in\\_oil\\_well\\_cementing](https://www.researchgate.net/publication/333914589_A_comprehensive_review_of_the_application_of_nano-silica_in_oil_well_cementing) (accessed: 21.08.2023).

**Информация об авторах / Information about the authors**

**Магомед-Амин Микаилович Картоев** – студент института нефти и газа; Астраханский государственный технический университет; nataliagty@mail.ru

**Magomed-Amin M. Kartoev** – Student of the Institute of Oil and Gas; Astrakhan State Technical University; nataliagty@mail.ru

**Елена Андреевна Шевяхова** – студент института нефти и газа; Астраханский государственный технический университет; nataliagty@mail.ru

**Elena A. Shevyakhova** – Student of the Institute of Oil and Gas; Astrakhan State Technical University; nataliagty@mail.ru

**Наталья Федоровна Лямина** – доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений; Астраханский государственный технический университет; nataliagty@mail.ru

**Natalia F. Lyamina** – Assistant Professor of the Department of Oil and Gas Fields Development and Operation; Astrakhan State Technical University; nataliagty@mail.ru

