



УДК 662.276 : 504.06

**НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ****BEST AVAILABLE TECHNIQUES FOR OIL PRODUCTION****Косулина Татьяна Петровна**

доктор химических наук, старший научный сотрудник,  
профессор кафедры технологии нефти и газа,  
Кубанский государственный технологический университет  
kosylina@rambler.ru

**Литвинова Татьяна Андреевна**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры технологии нефти и газа,  
Кубанский государственный технологический университет  
soleado\_STA@mail.ru

**Кононенко Евгений Александрович**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры технологии нефти и газа,  
Кубанский государственный технологический университет  
kon\_ne@mail.ru

**Аннотация.** В процессах добычи нефти происходит загрязнение всех компонентов окружающей среды. Применение принципов НДТ к технологическим процессам позволит снизить техногенную нагрузку, сократить выбросы, сбросы, а также количество образующихся отходов, обеспечить ресурсосбережение и улучшить экологическую ситуацию.

**Ключевые слова:** нефть, нефтедобывающая отрасль, загрязнение окружающей среды, НДТ, малоотходные и безотходные технологии, ресурсосбережение, энергоэффективность.

**Kosulina Tatiana Petrovna**

Doctor of Chemical Sciences,  
Senior Researcher,  
Professor of the Department of  
oil and gas technology,  
Kuban State Technological University  
kosylina@rambler.ru

**Litvinova Tatiana Andreevna**

PhD in engineering,  
Associate Professor of the Department of  
oil and gas technology,  
Kuban State Technological University  
soleado\_STA@mail.ru

**Kononenko Evgeniy Aleksandrovich**

PhD in engineering,  
Associate Professor of the Department of  
oil and gas technology,  
Kuban State Technological University  
kon\_ne@mail.ru

**Annotation.** In the processes of oil production there is the pollution of all environment components. The application of the principles of BAT to the technology processes will reduce technogenic environmental load, emissions, effluents and the amount of generated waste, supply resource-saving and improve the environmental situation.

**Keywords:** oil, oil production, environmental pollution, BAT, low-waste and non-waste technology, resource-saving, energy efficiency.

Россия располагает значительной сырьевой базой нефти, однако структура ее постепенно ухудшается, увеличивается доля трудноизвлекаемых запасов и растет себестоимость нефтедобычи. Существенная роль в поддержании современных уровней добычи нефти наряду с развитием восточных регионов, Прикаспия, а также шельфа, отводится вовлечению в освоение глубоких нефтеносных горизонтов в старых добычных регионах с развитой инфраструктурой, в том числе тяжелой высоковязкой нефти, а также разработка обводненных и низкопроницаемых горизонтов. Предполагается, что доля трудноизвлекаемой нефти в структуре добычи к 2025 г. увеличится до 10 % и продолжит возрастать [1, 2]. Для решения этой проблемы необходима дальнейшая активизация геологоразведочных работ на углеводородное сырье, в том числе в малоизученных регионах, расширение внедрения новых технологий разработки нефтяных месторождений, в особенности, трудноизвлекаемой нефти, развитие транспортной инфраструктуры. Особое место отводится наилучшим доступным технологиям, использование которых позволит обеспечить технологическую эффективность при минимизации негативного воздействия на окружающую среду и экономической целесообразности.

Согласно статье 1 Федерального закона № 7-ФЗ [3] под НДТ понимают технологию производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемую на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения.

Для определения наилучшей доступной технологии применяют сочетание критериев достижения целей охраны окружающей среды (п.4 ст. 28.1 Федерального закона № 7-ФЗ [3]):

- наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги либо другие предусмотренные международными договорами Российской Федерации показатели;
- экономическая эффективность ее внедрения и эксплуатации;



- применение ресурсо- и энергосберегающих методов;
- период ее внедрения;
- промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Для реализации политики государства по переходу на принципы НДТ Правительством РФ был сформирован перечень приоритетных мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий [4]. К основным задачам было отнесено совершенствование институциональной среды, разработка перечня показателей, характеризующих состояние государственного регулирования на основе НДТ, определение текущего и целевого состояния государственного регулирования, идентификация путей и механизмов достижения целевого состояния, создание рациональных и эффективных механизмов государственного регулирования, создание сбалансированной системы нормативных документов и банка данных российских технологий и технических решений в области промышленного производства, отвечающих критериям НДТ, создание и развитие современной промышленной инфраструктуры [5, 6].

Важным этапом является разработка и принятие нормативно-правовой базы, включая информационно-технические справочники по НДТ, и установление технологических показателей НДТ. Основные термины, применяемые в области наилучших доступных технологий, отражены в ГОСТ Р 56828.15-2016 [7]. Общие положения и структура национальной системы стандартов в области наилучших доступных технологий изложены в ГОСТ Р 113.00.01-2019 [8]. Государственное регулирование на основе НДТ осуществляется в соответствии с Федеральными законами, постановлениями и распоряжениями Правительства РФ, а также с применением информационно-технических справочников (ИТС) по НДТ и комплекса национальных стандартов серии «Наилучшие доступные технологии».

Для нефтедобывающей отрасли технической группой № 28 разработан информационно-технический справочник ИТС 28-2017 [9], являющийся документом по стандартизации. Данный справочник содержит информацию:

- о нефтедобывающей отрасли в Российской Федерации;
- о технологических процессах, применяемых в настоящее время на объектах добычи нефти в Российской Федерации;
- о текущих уровнях эмиссий в окружающую среду на объектах добычи нефти в Российской Федерации;
- о наилучших доступных технологиях в нефтедобывающей промышленности Российской Федерации;
- о перспективных технологиях.

ИТС 28-2017 включает описание основных технологий добычи нефти, акцентируя внимание на экологических аспектах и воздействии предприятий на окружающую среду, обосновывает ряд основных критериев, дающих возможность определить НДТ, и предлагает перечень технологий, отнесенных к НДТ. Кроме того, описывая перспективные технологии, определяется направление развития отрасли. В свою очередь, активное внедрение перспективных технологий, переводит их в разряд НДТ, тем самым повышается технический уровень развития отрасли. Актуализация справочника ИТС 28-2017 запланирована на 2024 год [10].

Применение ИТС НДТ отразится не только на экологической составляющей деятельности промышленных предприятий, но и на экономической, обеспечив качественно новый подход к организации всей хозяйственной деятельности [11]. При этом необходимо разработать национальные стандарты в нефтедобывающей отрасли, которые будут содержать руководства относительно применения ИТС НДТ, устанавливая требования к производственному экологическому контролю и обосновывать технологические показатели, не охваченные ИТС НДТ.

Разработан порядок определения технологии в качестве НДТ [12], утверждены Приказом Минпромторга России № 3134 актуализированные методические рекомендации [13], принят новый стандарт по методологии идентификации НДТ [14], устанавливающий положения и требования к методологии, в соответствии с которыми обеспечивается ресурсо- и энергосбережение с одновременным снижением техногенной нагрузки на окружающую среду. Для обеспечения максимального уровня применимости методологии в практических условиях, методы представлены по модульному принципу и могут быть использованы независимо друг от друга [15].

В разделе 4 ИТС 28-2017 представлена общая методология определения технологий добычи нефти в качестве НДТ в соответствии с установленными критериями [3], утвержденными Правилами [12] и методическими рекомендациями [13]. В общем случае при отнесении технологии к НДТ соблюдается следующая последовательность действий [9]:

а) первоначально целесообразно выделить технологии, направленные на решение ранее выявленных экологических проблем (с учетом маркерных загрязняющих веществ, отходов обезвреживания, выбросов, сбросов и иных видов негативного воздействия, а также потребляемых ресурсов и материалов);

б) для выделенных технологий проводится оценка воздействия на различные компоненты окружающей среды и уровней потребления различных ресурсов и материалов;



- в) оценка, при наличии необходимой информации, затрат на внедрение технологий и содержание оборудования, возможные льготы и преимущества после внедрения технологий, период внедрения;
- г) по результатам оценки из выделенных технологий добычи нефти выбираются технологии:
  - обеспечивающие предотвращение или снижение воздействия на различные компоненты окружающей среды (для выбросов – по каждому из основных загрязняющих веществ, для отходов обезвреживания – по каждому из основных видов отходов, определенных ранее) или потребления ресурсов;
  - внедрение которых не приведет к существенному увеличению объемов выбросов других загрязняющих веществ, сбросов загрязненных сточных вод, образования отходов обезвреживания, потребления ресурсов, иных видов негативного воздействия на окружающую среду и увеличению риска для здоровья населения выше приемлемого или допустимого уровня;
  - внедрение которых не приведет к чрезмерным материально-финансовым затратам (с учетом возможных льгот и преимуществ);
  - имеющие приемлемые сроки внедрения;
- д) установление технологий, имеющих положительное заключение государственной экологической экспертизы на проекты технической документации на новую технику, технологию, использование которых может оказать воздействие на окружающую среду.

Согласно Рекомендациям [13], оценка технологий на их соответствие установленным нормативными правовыми актами критериям определения в качестве НДТ осуществляется в следующей очередности, включающей 5 последовательных шагов, заключительным шестым шагом является принятие членами ТРГ решения об отнесении технологии к НДТ (рис. 1).

- При оценке и выборе наименьшего уровня негативного воздействия технологий на окружающую среду выделяют два основных аспекта:
- опасность используемых и образующихся в технологических процессах веществ для атмосферы, почвы, водных систем, человека, других живых организмов и экосистем в целом;
  - характер негативного воздействия и удельные значения эмиссий вредных веществ.

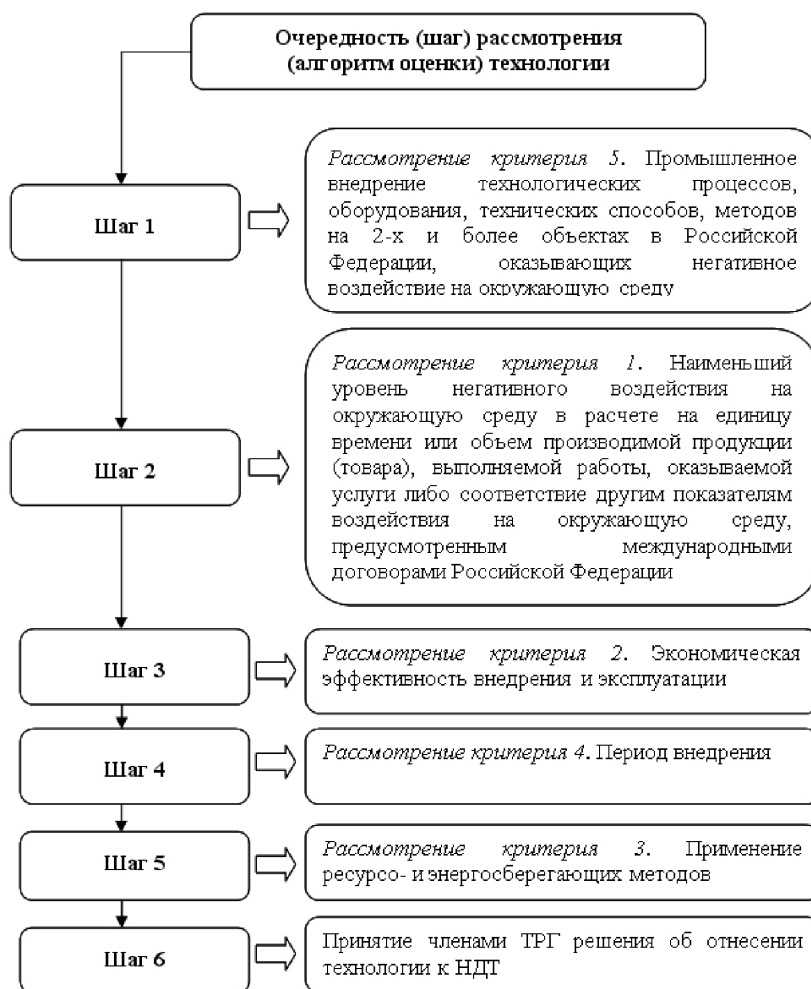


Рисунок 1 – Очередность рассмотрения критериев, учитываемых при отнесении технологии добычи нефти к НДТ



В первом случае устанавливаются все виды эмиссии вредных веществ (в составе выбросов/сбросов/отходов) и их объемы (масса). При оценке опасности вредных веществ устанавливаются так называемые маркерные загрязняющие вещества, выделяющиеся в атмосферу, поступающие в водные объекты, в промежуточные продукты и твердые отходы.

Характер негативного воздействия и удельные значения эмиссий оцениваются в составе выбросов, сбросов, отходов на основании показателей, установленных для каждого фактора воздействия.

Приказом Минприроды России № 376 утверждены технологические показатели наилучших доступных технологий добычи нефти [16]. Установлены технологические показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для следующих технологических процессов: резервуарное хранение нефти и нефтепродуктов, утилизация попутного нефтяного газа. Кроме того, в Приложении В ИТС 28-2017 [9] приведен перечень технологических показателей комплекса наилучших доступных технологических решений и технологий, наиболее часто используемых при эксплуатации промышленных объектов при добыче нефти.

В разделе 5 ИТС 28-2017 [9] представлены наилучшие доступные технологии нефтедобычи, которые соответствуют сочетанию всех критериев отнесения технологий к НДТ (табл. 1–3).

**Таблица 1** – Характеристика НДТ в нефтедобывающей отрасли (НДТ 1-7)

Наименование НДТ	Характеристика НДТ
1	2
<i>Установки предварительного сброса воды</i>	
НДТ 1. Установка предварительного сброса пластовой воды (УПСВ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– УПСВ предназначена для отделения от нефти пластовой воды и попутного газа, а также подогрева нефти и приращения удельной энергии потока добываемой нефти (дожим) до следующей системы подготовки нефти и включает узел сепарации, (резервуарный парк), насосные агрегаты.</li> <li>– Позволяет снизить экологические воздействия и повысить экономическую эффективность процесса подготовки нефти.</li> <li>– Позволяет осуществить, непосредственно на промысле, предварительный сброс воды с целью последующей закачки в систему ПДД; сократить затраты на транспортировку нефти с остаточной обводненностью 0,5–10 %.</li> <li>– Внедрение технологии значительно снижает риски коррозионного износа трубопроводов транспорта нефти и газа, существенно снижает протяженность низконапорных водоводов от УПСВ до блочных кустовых насосных станций системы ПДД и энергозатраты на транспорт жидкости по напорным и межпромысловым нефтепроводам.</li> <li>– Оптимальное расположение УПСВ ведет к сокращению территории землеотвода для прокладки трубопроводов, соответственно локализации зон возможных разливов.</li> </ul>
<i>Промысловая подготовка нефтегазоводяной жидкости</i>	
НДТ 2. Промысловая подготовка нефтегазоводяной жидкости	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Применение автоматических устройств регулирования уровня раздела фаз продукции скважин в емкостных аппаратах «жидкость-газ», «нефть-вода-газ», «нефть-вода» установок типа УПСВ, УПН, ЦПС и др. обеспечивает возможность регулирования качества процесса разделения газодонефтяной смеси и чистоты продуктов разделения.</li> <li>– Возможность подачи отстоянной воды для поддержания пластового давления непосредственно в ближайшие нагнетательные скважины на нефтепромыслах или в систему ПДД без лишней транспортировки и без дополнительного насосного оборудования за счет использования энергии пластового давления или давления, создаваемого насосной установкой, подающей газодонефтяную смесь в герметизированные проточные емкости, что приводит к экономии электроэнергии и материалов</li> <li>– Применение устройств регулирования уровня раздела фаз позволяет осуществлять контроль за выбросами углеводородов в атмосферу</li> </ul>
<i>Закачка воды в пласт</i>	
НДТ 3. Повышение энергоэффективности насосного оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Технологические решения, направленные на повышение энергоэффективности насосного оборудования, например, изменение напора насоса за счет применения частотных регуляторов</li> <li>– Позволяет снизить потребление энергетических ресурсов.</li> </ul>
<i>Резервуарный парк</i>	
НДТ 4. Уменьшение выбросов резервуарных парков	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Технологические решения, направленные на уменьшение выбросов легких углеводородов из резервуаров, такие как система улавливания паров нефти (УЛФ) на базе емкости подземной с дыхательной свечей, создание «азотной подушки» путем закачивания азота в резервуар, соблюдение норм технологического режима (уровень давления насыщенных паров) в резервуарах на новых месторождениях и др. являются НДТ.</li> <li>– Позволяет уменьшить выбросы легких углеводородов.</li> </ul>



Окончание таблицы 1

1	2
<i>Энергетические системы</i>	
НДТ 5. Системы сухого подавления выбросов NOx	– При использовании технологии сухого подавления NOx в газовых турбинах, работающих на природном газе, возможно снизить уровень выбросов диоксидов азота до 90 %.
<i>Трубопроводы системы сбора скважинной продукции</i>	
НДТ 6. Применение многофазных насосов для перекачки многофазной смеси	– Позволяют сократить эксплуатационные и энергетические затраты при обслуживании этих объектов. – Сбор продукции скважин по нефтесборным и напорным трубопроводам без её деления на жидкую и газовую фазы с применением винтовых многофазных насосов позволяет исключить необходимость использования ДНС с сепарационным и резервуарным оборудованием. – Позволяет снизить выбросы в атмосферу и сократить площадь землеотвода под строительство нефтеперекачивающих объектов.
<i>Система охлаждения</i>	
НДТ 7. Применение воздушной системы охлаждения	– Позволяет снизить экологические воздействия и повысить экономическую эффективность процесса. – Основным преимуществом является использование воздушных потоков для охлаждения, система подготовки которых конструктивно проще по сравнению с системой подготовки воды. – В качестве фактора, ограничивающего применение воздушного охлаждения, является климатические условия в регионе эксплуатации нефтяного месторождения.

Таблица 2 – Характеристика НДТ в нефтедобывающей отрасли (НДТ 8-14)

Наименование НДТ	Характеристика НДТ
1	2
<i>Утилизация попутного нефтяного газа</i>	
НДТ 8. Утилизация попутного нефтяного газа	– Технологии, позволяющие повысить объемы полезного использования попутного нефтяного газа, такие как закачка газа в пласт для ППД (в основном без использования воды), закачка газа в подземные хранилища газа (ПХГ), использование на собственные нужды предприятия (печи подогрева нефти, котельные, газовые электростанции и др.), сдача газа в систему магистральных газопроводов, строительство ГТЭС, ГПЭС, ГПЗ и другие. – Утилизация попутного нефтяного газа, снижение выбросов.
<i>Бурение скважин</i>	
НДТ 9. Безамбарное бурение	– Создание системы замкнутого водоснабжения, максимального извлечения твердой фазы при минимальных потерях жидкой фазы. – Достигается путем возврата в систему максимально возможного объема жидкой фазы и сброса как можно больше сухого шлама. – Состав каждой фазы варьируется в зависимости от разрабатываемого месторождения и зависит от типа бурового раствора и характеристик месторождения. – Отработанный раствор представляет собой жидкость с включением твердой фазы. После проведения мер по очистке буровой раствор может быть использован повторно. – Направлено на соблюдение экологических стандартов и норм при проведении работ путем исключения сброса жидких и твердых отходов, появляющихся в ходе работ. – Существенным фактором минимизации воздействия на окружающую среду является ведение буровых работ безамбарным методом без применения углеводородов в составе бурового раствора.
НДТ 10. Раздельный сбор выбуренной горной породы и нефтесодержащего бурового шлама	– Организация раздельного сбора выбуренной горной породы, нефтесодержащей выбуренной породы (бурового шлама), отработанного бурового раствора. – Применение для временного размещения гидроизолированного накопителя буровых отходов, который после окончания строительства скважины подлежит ликвидации. – Передача нефтесодержащего бурового шлама на нефтешламовые установки для обезвреживания. – Полная утилизация выбуренной горной породы, ОБР; использование горной породы при вертикальной планировке, а ОБР в качестве компонента тампонажных материалов, что способствует сохранению природных и материальных ресурсов. – Раздельное накопление при обращении с отходами бурения направлено на минимизацию влияния образующихся отходов на компоненты окружающей среды и максимально возможное их применение в целях сохранения природных, материальных ресурсов.



Окончание таблицы 2

1	2
НДТ 11. Изоляция зон поглощения	– Изоляция зон с интенсивным поглощением бурового раствора, вскрытие которых сопровождается обвалами пород. – Технологические решения, направленные на регулирование давления на поглощающие пласты. – Позволяет повысить показатели ресурсосбережения.
<i>Эксплуатация скважин</i>	
НДТ 12. Одновременно-раздельная эксплуатация	– Применяется с целью повышения технико-экономической эффективности разработки за счет совмещения эксплуатационных объектов и осуществления при этом, посредством специального оборудования, контроля и регулирования процесса отбора запасов отдельно по каждому объекту. – Осуществляют путем оснащения скважин обычной конструкции оборудованием, разобщающим продуктивные пласты, или путем использования для этих целей скважин специальной конструкции. – Сокращение объемов бурения за счет использования ствола одной скважины и организации одновременного (совместного) отбора запасов углеводородов разных объектов разработки одной сеткой скважин. – Контроль обводнённости и извлекаемых объемов углеводородов.
НДТ 13. Применение в составе УСШН длинноходовых цепных приводов	– На поздней стадии разработки месторождений обостряется вопрос выбора оборудования для эксплуатации скважин, обеспечивающего добычу нефти в осложненных условиях при наименьших затратах. Применение в составе УСШН длинноходовых цепных приводов, обеспечивает экономию энергозатрат 15–25 % (КПД УСШН с такими приводами достигает 60 %) – Использование цепного привода сокращает затраты на электроэнергию.
НДТ 14. Установка штангового глубинного насоса	– Насосы погружаются значительно ниже уровня жидкости, которую планируется перекачать. Глубина погружения в скважину позволяет обеспечить не только стабильный подъём нефти с большой глубины, но и отличное охлаждение самого насоса. – Позволяют поднимать нефть с высоким процентным содержанием газа. – Снижение удельных энергозатрат на подъем продукции

Для технологий, позволяющих повысить объемы полезного использования попутного нефтяного газа (НДТ 8), следует отметить, что закачка газа в пласт может привести к увеличению газового фактора и необходимости повышения мощности компрессорных агрегатов. Возможные ограничения внедрения технологии: образование гидратов, рост давления, прорыв газа к добывающим скважинам и т.п. Необходима оценка применимости технологии для каждого конкретного месторождения.

Для наилучших доступных технологий бурения скважин в отношении НДТ 9, 11 каких-либо ограничений в применении не установлено. Для НДТ 10 параметры и технология строительства системы сооружений накопления технологических отходов в условиях буровой площадки определяются проектной документацией на строительство скважин в соответствии с требованиями нормативных документов и должны учитывать гидрогеологические условия, фильтрующие способности грунта, район бурения.

Таблица 3 – Характеристика НДТ в нефтедобывающей отрасли (НДТ 15-20)

1	2
<i>Повышение нефтедачи пластов</i>	
НДТ 15. Технология повышения выработки нефтяных пластов с применением композиций на основе силикатного геля	– Предназначена для увеличения охвата пласта и коэффициента нефтевытеснения. – Метод воздействия на пласт основан на создании блокирующей оторочки неорганической микрогелевой композицией с последующим направлением заводнения в менее промытые интервалы и доотмывом нефти растворами поверхностно-активных веществ. – Применение реагентов повышения нефтеотдачи пластов с меньшей токсичностью.
<i>Транспортирование нефти и газа</i>	
НДТ 16. Применение труб повышенной надёжности	– Позволяет снизить аварийность при транспортировке нефти. – Уменьшение удельной аварийности трубопровода, что способствует уменьшению разливов нефти.
НДТ 17. Ингибиторная защита	– Позволяет снизить агрессивность добываемых сред, а также предотвращения активного контакта металлической поверхности с окружающей средой. На металле образуется пленка, которая существенно ограничивает площадь контакта поверхности с коррозионной средой и служит надежным барьером, препятствующим протеканию процессов саморастворения. – Предотвращение разливов нефти в результате коррозионного износа оборудования.



Окончание таблицы 3

1	2
НДТ 18. Подавление жизнедеятельности сульфатовосстанавливающих бактерий	– Применение бактерицидов в системе “Пласт-скважина-узел закачки воды” позволяет подавить СВБ. – Предотвращение разливов нефти в результате коррозионного износа оборудования.
<i>Система ППД</i>	
НДТ 19. Закачка пластовой воды в нагнетательные скважины	– Закачка пресной воды для ППД отрицательно воздействует на продуктивные нефтеносные пласты, способствует: насыщению пластов кислородом, снижению температуры продуктивных пластов, снижению фильтрационных свойств пластов, заражению пластов сульфатовосстанавливающими бактериями. – Перевод системы ППД на закачку через нагнетательные скважины пластовой воды, добываемой непосредственно на месторождении с помощью водозаборных скважин, то есть организация системы межскважинной перекачки (МСП) позволяет решить эти проблемы. – Применение МСП так же позволяет организовать ППД на удаленных от основных промысловых объектов и коммуникаций участках, где экономически не выгодно организация традиционной системы ППД с применением КНС. – Снижение объемов потребления пресной воды и увеличение ресурсосбережения и энергоэффективности предприятия.
НДТ 20. Подготовка нефтепромысловых сточных вод для закачки в нагнетательные скважины	– Технология заключается в подаче водонефтяной эмульсии из добывающей скважины и других промысловых вод на сооружения последовательной очистки и бактерицидной обработки, с последующей подачей на кустовую насосную станцию и закачку в нагнетательные скважины. – Повышение качества подготовки воды для закачки в нагнетательные скважины.

При эксплуатации скважин для внедрения НДТ 12 скважина должна иметь 2 или несколько объектов эксплуатации, которые можно объединить, при этом необходимо проведение технико-экономического анализа. Применение НДТ 13 наиболее эффективно на высокодебитных скважинах с высоковязкой продукцией, в том числе на обводненных скважинах, «склонных» к образованию эмульсии, а также для оптимизации отбора жидкости из скважин с уменьшенным проходным сечением эксплуатационной колонны. Для НДТ 14 ограничений нет.

Некоторые технологии, применяемые в нефтедобывающей отрасли, отнесены к перспективным и представлены в разделе 7 ИТС 28-2017 [9]. Рассмотрены 8 технологий, находящихся на стадии научно-исследовательского, опытно-конструкторского и опытно-промышленного внедрения:

- технологии Wireless Seismic (беспроводная сейсмическая система, отсутствие сложностей с пересечением рек и дорог, возможность использования в густонаселенных районах, сокращение объемов вырубki лесов);
- буровое долото, использующее лазерное излучение для разрушения сверхтвердых пород и обычные механические части для их удаления (увеличение скорости бурения твердых пород в 2–4 раза, сверхнизкое усилие на долото и крутящий момент, увеличение срока жизни долота, снижение операционных затрат на бурение);
- системы регулирования содержания твердой фазы (MudCube – компактная вакуумная система регулирования содержания твердой фазы бурового раствора, высокое качество бурового раствора, снижение потерь бурового раствора до 90 %, сокращение буровых отходов до 50 %;
- On-line мониторинг ГРП и режимов работы скважины;
- сверхпрочные керамические проппанты (для использования в глубоких и сверхглубоких скважинах, увеличение дебитов благодаря более глубокому проникновению и равномерному распределению, повышенной прочности, низкому поверхностному натяжению и низкой относительной плотности);
- компактные насосы для истощенных месторождений (компактные винтовые насосы, увеличение сроков эксплуатации истощенных месторождений, возможность использования в скважинах небольшого диаметра, снижение затрат на подъем благодаря пониженному энергопотреблению, защита от попадания песка);
- нетрадиционные методы увеличения нефтеотдачи (солнечные парогенераторы, вырабатывающие горячий пар высокого давления для закачки в пласт, способствуют экономии на операционных затратах, сокращению выбросов CO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub>. Технология активации присутствующих в пласте бактерий с целью увеличения подвижности нефти и повышения эффективности вытеснения: дополнительное вовлечение 9–12 % геологических запасов, минимальное количество оборудования, возможность адаптации к условиям пласта).

Для дальнейшей актуализации справочника НДТ «Добыча нефти» целесообразным и важным является осуществление нефтедобывающими предприятиями сбора, систематизации и хранения



сведений об уровнях эмиссий загрязняющих веществ, в особенности маркерных, в окружающую среду, потребления сырья и энергоресурсов, а также о проведении модернизации основного и природоохранного оборудования, экономических аспектах внедрения НДТ, а также применение НДТ, направленных на ресурсосбережение, сокращение эмиссий в окружающую среду для минимизации негативного воздействия на ландшафты, почвы и биоразнообразие. В качестве приоритетных критериев выбора новых технологий, оборудования, материалов при модернизации технологического и природоохранного оборудования следует использовать повышение энергоэффективности, ресурсосбережение, снижение негативного воздействия объектов нефтедобычи на окружающую среду. При разработке новых технологий бурения следует уделять внимание минимизации образования отходов и разработке рациональных и эффективных схем утилизации образовавшихся отходов, а также созданию территориально-производственных комплексов, позволяющих использовать материальные и энергетические потоки входящих объектов. Выбор НДТ в области обращения с отходами зависит от многих факторов [17]. Основные принципы выбора НДТ обезвреживания и утилизации отходов нефтедобывающей отрасли заключаются в следующем:

- для правильной организации утилизации отходов необходимо знать объемы их образования, состав и физико-химические свойства, а также факторы, влияющие на изменение показателей;
- для эффективного обезвреживания отходов интерес представляют технологии, наносящие минимальный экологический ущерб окружающей среде, имеющие низкие капитальные затраты, обладающие практической применимостью;
- выбор области применения отходов в качестве ВМР зависит от состава отходов, эксплуатационных технологических и санитарно-гигиенических требований к сырью и изготавливаемой продукции, инфраструктуры региона.

Развитие технологий, оборудования, применяемых в нефтедобывающей отрасли с учетом критериев НДТ будет способствовать комплексной защите окружающей среды, формированию высокотехнологичной промышленности, повышению ее конкурентоспособности и обеспечению инновационного типа развития экономики при одновременном снижении негативного воздействия на окружающую среду, что соответствует одному из направлений стратегического развития Российской Федерации.

### Литература:

1. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2016 и 2017 годах. – URL : [http://www.mnr.gov.ru/docs/o\\_sostoyanii\\_i\\_ispolzovanii\\_mineralno\\_syrevykh\\_resursov\\_rossiyskoy\\_federatsii/2017\\_doklad\\_o\\_sostoyanii\\_i\\_ispolzovanii\\_mineralno\\_syrevykh\\_resursov\\_rossiyskoy\\_federatsii/](http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/2017_doklad_o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/) (дата обращения: 23.03.2020).
2. Сырьевой комплекс регионов России. – URL : <http://www.mineral.ru/Facts/regions/index.html> (дата обращения: 23.03.2020).
3. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «Об охране окружающей среды».
4. Распоряжение Правительства РФ от 19.03.2014 № 398-р (ред. от 29.08.2015) «Об утверждении комплекса мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий».
5. Водолага О.А., Литвинова Т.А. Система государственного регулирования и внедрения НДТ // Инновационные технологии по обезвреживанию и утилизации отходов нефтегазовой отрасли: Электронный сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 75–80.
6. Переход к новому государственному регулированию на основе НДТ / О.В. Гревцов [и др.] // Экология Производства. – 2019. – № 4 – С. 82–89.
7. ГОСТ Р 56828.15-2016 Наилучшие доступные технологии. Термины и определения.
8. ГОСТ Р 113.00.01-2019 Наилучшие доступные технологии. Система стандартов наилучших доступных технологий. Общие положения.
9. ИТС 28-2017 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Добыча нефти, утв. приказом Росстандарта от 15.12.2017 г. № 2838.
10. Распоряжение Правительства РФ № 866-р «Об утверждении поэтапного графика актуализации ИТС НДТ».
11. Щелчков К.А., Волосатова М.А., Гревцов О.В. Основные аспекты применения информационно-технических справочников по НДТ // Экология производства, 2019. – № 5. – С. 20–26.
12. Постановление Правительства Российской Федерации от 23.12.2014 г. № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям».
13. Приказ Минпромторга России от 23.08.2019 № 3134 «Об утверждении методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии».
14. ГОСТ 33570-2015 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Методология идентификации. Зарубежный опыт.
15. Ерохина А.А., Литвинова Т.А. Методология идентификации технологии в качестве НДТ // Инновационные технологии по обезвреживанию и утилизации отходов нефтегазовой отрасли: Электронный сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 80–84.
16. Приказ Минприроды России от 13.06.2019 г. № 376 «Об утверждении нормативного документа в области охраны окружающей среды «Технологические показатели наилучших доступных технологий добычи нефти».





17. Литвинова Т.А., Цокур О.С., Косулина Т.П. О выборе наилучших доступных технологий утилизации отходов нефтегазовой отрасли // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6-С. – С. 53.

### References:

1. State report on the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2016 and 2017. – URL : [http://www.mnr.gov.ru/docs/o\\_sostoyanii\\_i\\_ispolzovanii\\_mineralno\\_syrevykh\\_resursov\\_rossiyskoy\\_federatsii/2017\\_doklad\\_o\\_sostoyanii\\_i\\_ispolzovanii\\_mineralno\\_syrevykh\\_resursov\\_rossiyskoy\\_federatsii/](http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/2017_doklad_o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/) (accessed: 23.03.2020).
2. Raw materials complex of Russian regions. – URL : <http://www.mineral.ru/Facts/regions/index.html> (accessed: 23.03.2020).
3. Federal law dated 10.01.2002 № 7-FZ (as amended on 27.12.2019) «On environmental protection».
4. Decree of the Government of the Russian Federation of 19.03.2014 № 398-R (ed. from 29.08.2015) «on approval of a set of measures aimed at eliminating the use of outdated and inefficient technologies».
5. Vodolaga O.A., Litvinova T.A. System of state regulation and introduction of BAT // Innovative technologies for neutralization and utilization of waste in the oil and gas industry: an Electronic collection of scientific articles based on the materials of the international scientific and practical conference. – 2016. – P. 75–80.
6. Transition to a new state regulation based on BAT / O.V. Grevtsov [et al.] // Ecology Of Production. – 2019. – № 4. – P. 82–89.
7. GOST R 56828.15-2016 Best available technologies. Terms and definitions.
8. GOST R 113.00.01-2019 Best available technologies. A system of standards for the best available technologies. Generalities.
9. ITS 28-2017 Information and technical reference on the best available technologies. Oil production, approved by Rosstandart № 2838 dated 15.12.2017.
10. Decree of the Government of the Russian Federation № 866-R « on approval of a phased schedule for updating its BAT».
11. Shchelchikov K.A., Volosatova M.A., Grevtsov O.V. Main aspects of application of information and technical reference books on BAT // Ecology of production. – 2019. – № 5. – P. 20–26.
12. Resolution of the Government of the Russian Federation of 23.12.2014 № 1458 «On the procedure for determining technology as the best available technology, as well as the development, updating and publication of information and technical reference books on the best available technologies».
13. Order of the Ministry of industry and trade of the Russian Federation of 23.08.2019 № 3134 « on approval of methodological recommendations for determining the technology as the best available technology».
14. GOST 33570-2015 resource Saving. Waste treatment. The identification methodology. Foreign experience.
15. Erokhina A.A., Litvinova T.A. Methodology of technology identification as BAT // Innovative technologies for neutralization and utilization of waste in the oil and gas industry: an Electronic collection of scientific articles based on the materials of the international scientific and practical conference. – 2016. – P. 80–84.
16. Order of the Ministry of natural resources of the Russian Federation dated 13.06.2019 № 376 «on approval of a regulatory document in the field of environmental protection» Technological indicators of the best available oil production technologies».
17. Litvinova T.A., Tsokur O.S., Kosulina T.P. On choosing the best available technologies for waste disposal in the oil and gas industry // Modern problems of science and education. – 2012. – № 6-S. – P. 53.