

## УСТРОЙСТВО ПО ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТЕОТХОДОВ

Андреев В.В.<sup>1</sup>, Дунцев А.В.<sup>1</sup>, Тарасова Н.П.<sup>1</sup>, Орехова Е.Е.<sup>1</sup>, Утятников А.Е.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 603600 г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24, к. 5, e-mail: [katrin\\_orehova@rambler.ru](mailto:katrin_orehova@rambler.ru)

<sup>2</sup>ООО «ЛУКОЙЛ - Волганефтепродукт», 603000, г. Нижний Новгород, ул. Грузинская, 26

В последнее время становятся актуальными вопросы энергосбережения и экологической безопасности при работе топливных энергетических установок. Особый интерес представляют водно-мазутные эмульсии (ВМЭ), дизельное топливо. ВМЭ имеют ряд преимуществ перед традиционным котельным топливом. В данной статье описывается новая установка, предназначенная для переработки нефтеотходов и получения жидкого котельного топлива, которое представляет собой смесь воды и мазута в определенных пропорциях. Приведены результаты исследования режимов работы предлагаемой установки и оценки содержания воды в предполагаемом топливе. Как известно, водно-мазутные смеси имеют свойство расслаиваться. Поэтому еще одной немаловажной задачей было нахождение оптимальных пропорций воды и нефтеотходов для получения наиболее стабильного топлива. Проводились эксперименты с различным содержанием воды в смеси. В результате исследований было выявлено, что смеси с 15-25%-ным содержанием воды наиболее быстро расслаиваются и достигают стабильного состояния.

Ключевые слова: нефтеотходы, мазут, эмульсии, жидкое котельное топливо, экология.

## DEVICE FOR OIL WASTES RECYCLING

Andreyev V.V.<sup>1</sup>, Duntsev A.V.<sup>1</sup>, Tarasova N.P.<sup>1</sup>, Orekhova Y.Y.<sup>1</sup>, Utyatnikov A.Y.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E.Alekseev, 603600 Russia, Nizhny Novgorod, 24, Minina street office 5, e-mail: [katrin\\_orehova@rambler.ru](mailto:katrin_orehova@rambler.ru)

<sup>2</sup>“LUKOIL-Volganefieprodukt” Closed corporation OOO, Russia, Nizhny Novgorod, 26, Gruzinskaya str.

Recently energy saving and environmental safety issues have become topical with reference to fuel power generating systems operation. Water-fuel oil emulsions (WFOE), diesel fuel are of the most interest. WFOE have some advantages over the traditional fuel oil. The present paper describes a new installation designed for oil wastes processing and obtaining burning oil presenting water and diesel fuel mixture in some definite proportions. There are presented results of investigating the proposed installation operating modes as well as those of the water content in the assumed fuel. As a result of the investigation it was revealed that to reach the required degree (volume) of the water inclusion in the fuel it is necessary to use all pieces of equipment, i.e. the third loop. As it is known, water-diesel fuel mixtures a property to be exfoliated. That is why one more important task was to find out an optimum proportion of the water and oil wastes for obtaining the most stable fuel. Experiments were carried out using different water content in the mixture. As a result of the investigations it was revealed that the mixtures containing 15% to 25% of water are exfoliated most rapidly and reach stable state.

Keywords: oil wastes, diesel fuel, emulsion, burning oil, ecology.

В настоящее время актуальны задачи энергосбережения и экологической безопасности при работе энергетических топливных установок. Для решения этих задач особый интерес представляют топливные эмульсии мазут-вода. Использование гомогенизированной водно-мазутной смеси позволяет повысить коэффициент сжигания топлива, сэкономить мазут и уменьшить вредные выбросы в атмосферу [1; 2].

При наличии в капле топлива более мелких включений воды, при нагревании и вскипании воды образуется водяной пар, который разрывает каплю топлива, увеличивая дисперсность подаваемого в топку топлива и поверхность контакта топлива с воздухом. В результате топливо более равномерно заполняет топочную камеру, что приводит к выравниванию температуры в топке и снижению локальных максимальных температур. При этом существенно снижается недожог топлива; появляется возможность снизить количество

вдуваемого воздуха и уменьшить связанные с ним теплотери. Часть капель долетают до стенок и взрываются на них, что способствует не только предотвращению отложений, но и очистке от старых сажистых образований.

При сжигании водно-топливных эмульсий (ВТЭ) сокращается выход в газовых выбросах NOx (примерно на 90%), примерно в 3-4 раза снижаются сажистые отложения, примерно на 70% уменьшается выход CO [3].

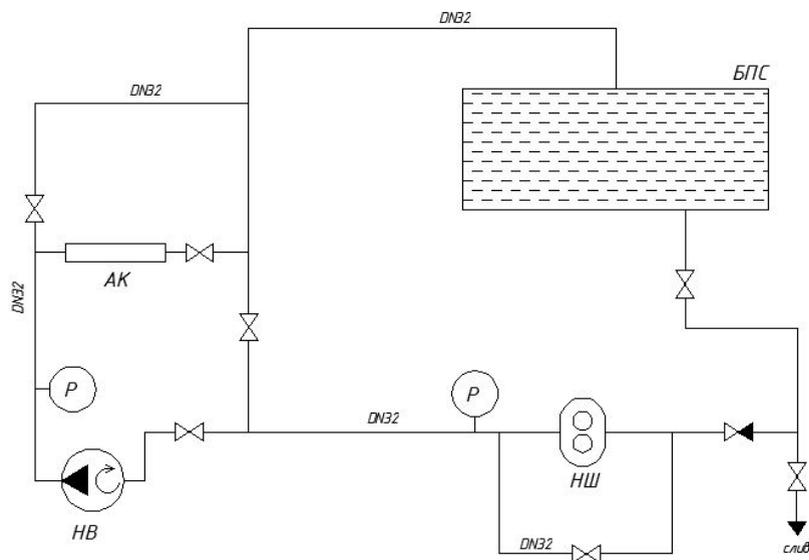
### Цель работы

Целями работы являлись разработка установки для смешения обводненных нефтесодержащих отходов, исследование режимов ее работы и полученных ВТЭ на стабильность и применимость в качестве печного топлива.

### Решение поставленной задачи

На кафедре «Ядерные реакторы и энергетические установки» Института ядерной энергетики и технической физики НГТУ им. Р.Е. Алексеева была создана экспериментальная установка для получения жидкого котельного топлива на основе обводненных нефтесодержащих отходов, защищенная патентом [4-6].

Схема устройства представлена на рисунке 1.



**Рис. 1. Принципиальная схема устройства по переработке нефтеотходов:**

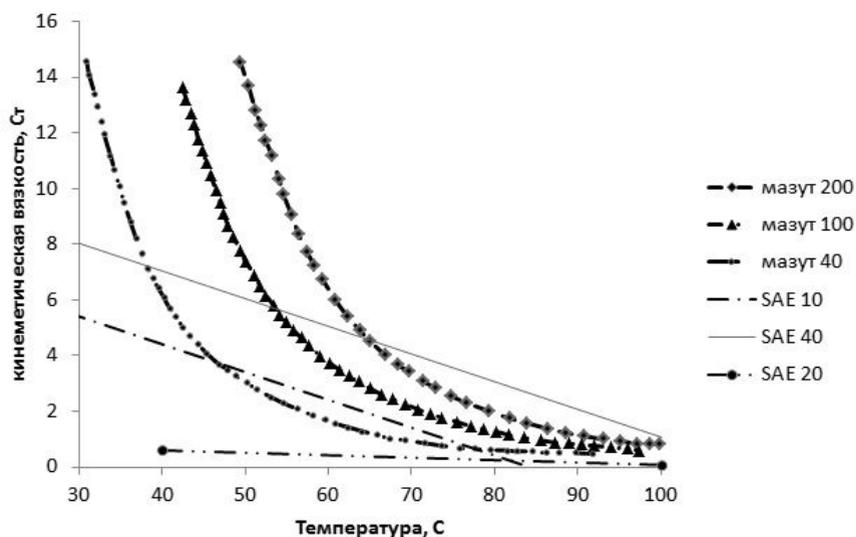
АК - аппарат кавитационный, НВ – насос вихревой, БПС – бак подготовки смеси, НШ – насос шестеренный, P – манометр.

Устройство по переработке отходов работает следующим образом.

Исходное сырье и вода поступают в узел подготовки сырьевой смеси и затем через регулятор поддержания постоянства расхода сырьевой смеси на всасывающий патрубок

вихревого насоса. Интенсивное вихреобразование в рабочем объеме вихревого насоса обеспечивает дробление сырьевой смеси. На дополнительное диспергирование смесь поступает через напорный патрубок и далее через регулятор в струйный кавитационный аппарат. Полученная эмульсия поступает в резервуар готовой смеси. Нормальная работа устройства обеспечивается регулятором поддержания постоянства расхода сырьевой смеси. Установка оснащена электрообогревателем для обеспечения необходимой температуры мазута во избежание его остывания и затвердевания. В связи с необходимостью поддержания температуры мазута работы на данной установке рекомендуется проводить в обогреваемом помещении, при температуре в помещении не ниже 5 °С. Стенд состоит из двух контуров для циркуляции среды. Малый контур предназначен для предварительного перемешивания исследуемой среды и достижения температурного режима [3].

Проводились испытания представленной установки по смешению воды с модельной жидкостью. Модельная жидкость представляет собой машинное масло, при определенных условиях имеющее такую же плотность, что и мазут. На рисунке 2 представлена зависимость плотности мазута и машинного масла от температуры.



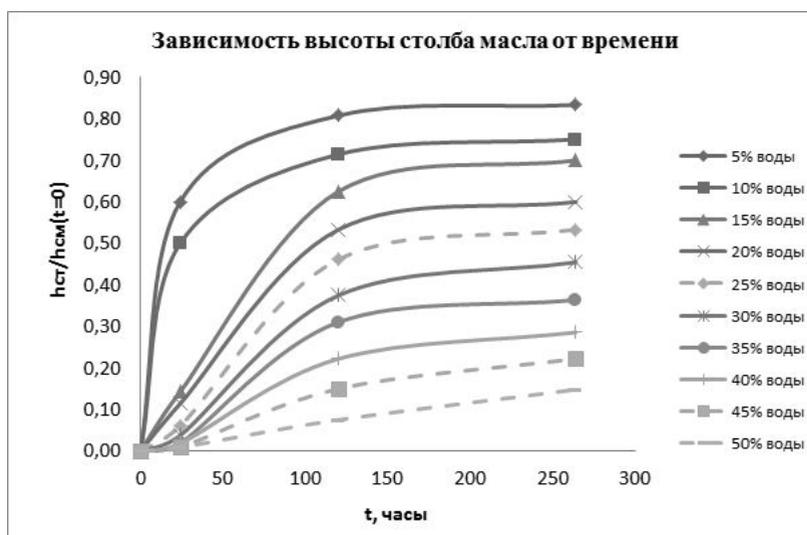
**Рис. 2. Зависимость плотности мазута и машинного масла от температуры.**

Из представленной зависимости можно видеть, что вязкости модельных жидкостей (машинных масел) и мазутов, используемых в промышленности, при определенных температурах имеют одинаковые значения. При этих параметрах и проводились исследования по смешению разноплотностных жидкостей.

Исследования проводились по каждому из контуров в отдельности и со всеми контурами одновременно по следующей схеме: в определенных пропорциях смешивались исследуемая жидкость и вода, полученная смесь определенное время циркулировала по рассматриваемому контуру, после чего брались пробы полученной смеси и через равные промежутки времени пробы фотографировались. В результате исследования полученных

фотографий были сделаны выводы о расслоении полученных проб и в итоге о стабильности полученных смесей. Также полученные пробы рассматривались под микроскопом с целью изучения размеров капель воды в смеси. В результате изучения размеров капель жидкости в смеси делались выводы об эффективности каждого из контуров и о возможности их использовании для подготовки жидкого котельного топлива из нефтеотходов. Эксперименты проводились с 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50% содержания воды. Время циркуляции по контуру 5 минут.

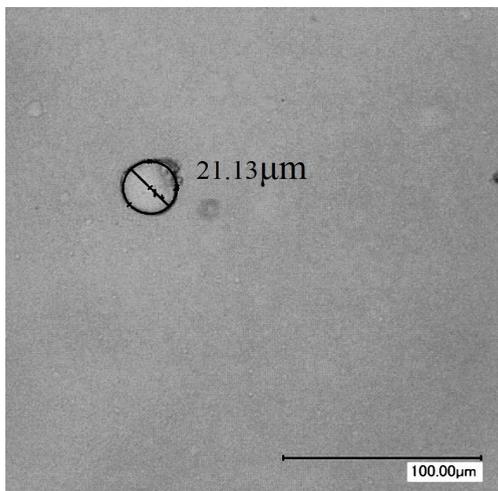
На рисунке 3 представлена зависимость высоты столба масла от времени с вышеуказанными содержаниями воды.



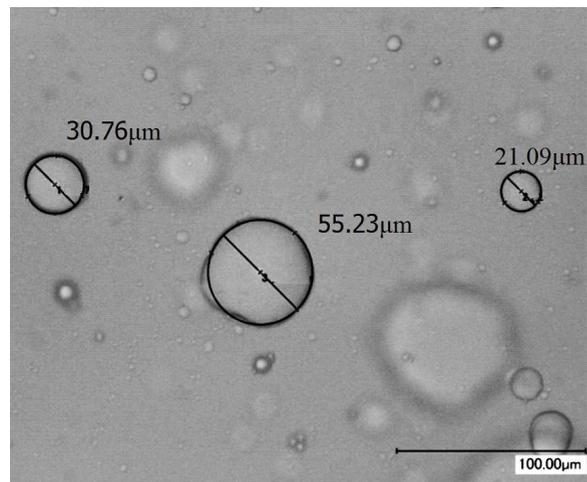
**Рис. 3. Зависимость высоты столба масла от времени.**

Из рисунка 3 можно сделать вывод, что при 20-25% смесь имеет наибольшую скорость расслоения в течение 120 ч, после 120 ч приращение столба масла достигает своего минимального значения по сравнению с другими исследуемыми концентрациями воды. Замедление расслоения при указанных концентрациях воды указывает на выход смеси в стабильное состояние и означает почти полное прекращение дальнейшего расслоения, чего не наблюдается при других рассматриваемых концентрациях воды. При 5-10% замедление скорости расслоения не означает достижения стабильного состояния, расслоение продолжается при медленных скоростях, а при содержании 30% и более воды время достижения стабильного состояния не зафиксировано, в течении всего времени наблюдения расслоение длится при небольших скоростях.

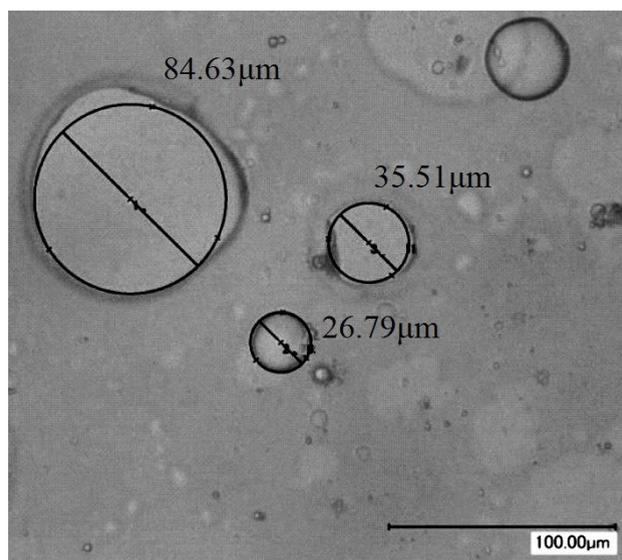
Ниже представлены результаты по изучению размеров капель воды в масле при 5%- и 10%-ном содержании воды при циркулировании по первому, второму и обоим контурам.



а)



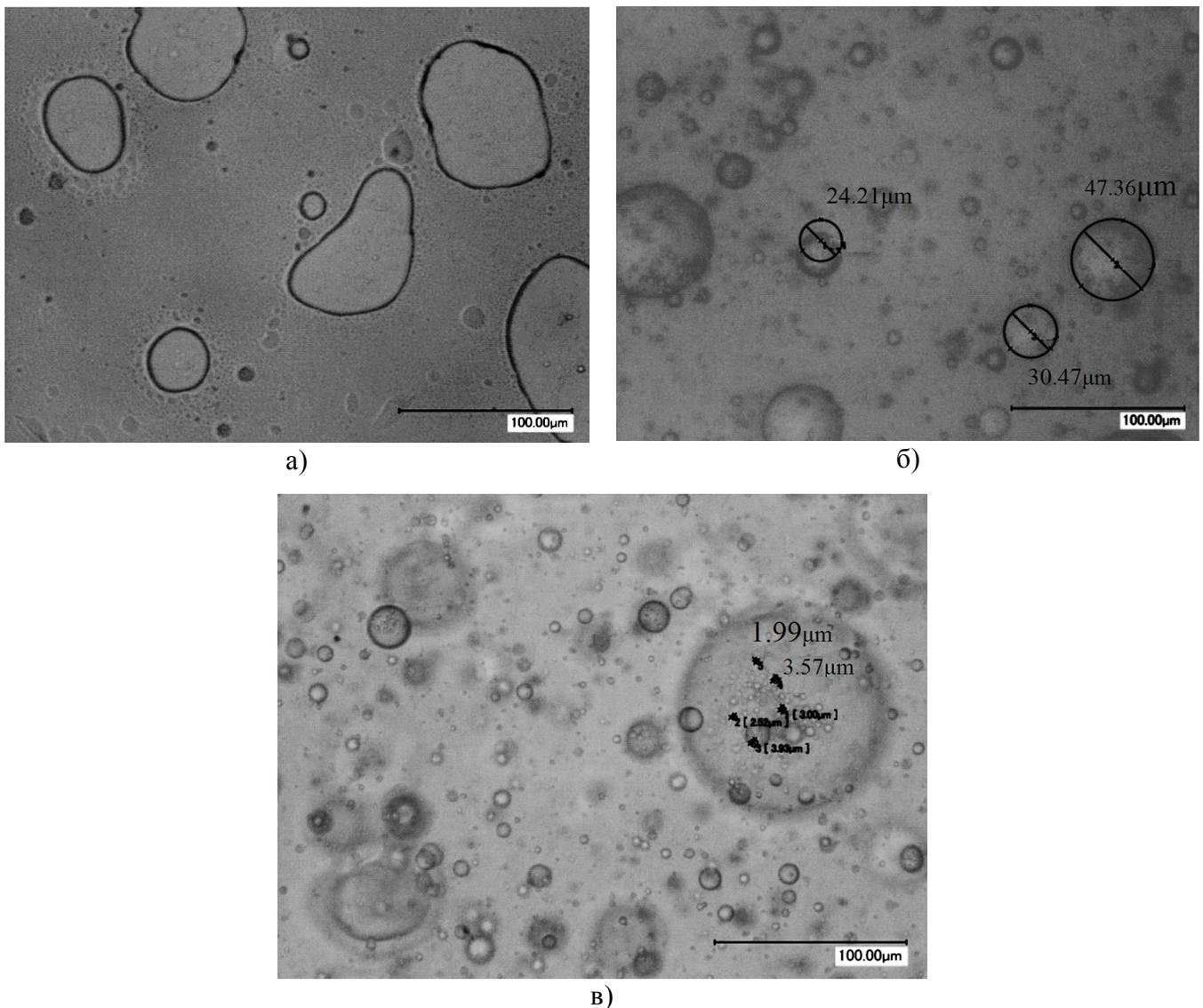
б)



в)

**Рис. 4. Размеры капель воды в масле при содержании воды 5%: а) первый контур (шестеренный насос), б) второй контур (два насоса без кавитатора), в) третий контур (два насоса с кавитатором).**

При использовании для перемешивания смеси только шестеренного насоса перемешивание масла и воды практически отсутствует. Масло и вода циркулируют отдельными потоками, перемешивание носит случайный характер. На фотографии показана одна-единственная капля воды, случайно попавшая в объектив микроскопа при исследовании взятой пробы.



**Рис. 5. Размеры капель воды в масле при содержании воды 10%:** а) первый контур (шестеренный насос), б) второй контур (два насоса без кавитатора), в) третий контур (два насоса с кавитатором).

Можно заметить, что при циркулировании смеси по полному контуру с 10%-ным содержанием воды включения воды в смеси имеют гораздо меньший размер, чем при циркулировании по другим рассматриваемым контурам. Кроме того, при 10%-ном содержании воды плотность капель воды в смеси выше, чем при 5%-ном. Можно предположить, что при 15-25% воды размеры капель будут удовлетворять требуемым для ВМЭ, а плотность капель будет еще выше. Следовательно, дисперсность капель топлива в топке будет увеличиваться и еще лучше будут выражены эффекты, перечисленные в начале статьи.

### **Вывод**

Разработано и создано оригинальное новое устройство для создания жидкого котельного топлива из отходов нефтепродуктов. Котельное топливо получается в результате смешивания с водой отходов производства нефтяной промышленности. Устройство исследовано на

модельных жидкостях. В качестве модельной жидкости принималось масло с вязкостью мазута. Смесь «модельная жидкость – вода» проверена на расслаивание. Установлено что при 15-25% воды процесс расслоения смеси имеет максимальную скорость, после достижения этого максимума скорость постепенно снижается и процесс расслоения затухает, смесь становится стабильной. При содержании воды более 30% стабильное состояние смеси не зафиксировано, на протяжении всего времени проведения эксперимента расслаивание продолжалось с небольшими скоростями. Таким образом, ярко выраженное стабильное состояние топлива возможно только при 15-25% содержания воды. При любых других концентрациях воды за то же время отстаивания топливо будет не стабильным.

В результате исследований установлено, что наилучшее смешение модельной жидкости и воды достигается при прохождении смеси через полный контур циркуляции, включающий в себя все единицы оборудования, входящие в состав установки. Размеры включений воды в среднем составляют 10-13 мкм при том условии, что допустимые значения включений воды в водно-мазутном топливе составляют 15 мкм.

### Список литературы

1. Кормилицын В.И., Лысков М.Г., Румынский А.А. Комплексная экосовместимая технология сжигания водо-мазутной эмульсии и природного газа с добавкой сбросных вод // Теплоэнергетика. – 1996. - № 9. - С. 13-17.
2. Кормилицын В.И., Лысков М.Г., Румынский А.А. Влияние добавки влаги в топку на интенсивность лучистого теплообмена // Теплоэнергетика. - 1992. - № 1. - С. 41-44.
3. Кормилицын В.И., Лысков М.Г., Румынский А.А. Подготовка мазута к сжиганию для улучшения технико-экономических и экологических характеристик котельных установок // Новости теплоснабжения. – 2000. - № 4. - С. 19-21.
4. Устройство для переработки нефтеотходов: патент на полезную модель. Рег. № 125189 от 27.02.2013 г.
5. Дезинтегратор для переработки нефтесодержащих отходов : патент на полезную модель. Рег. № 125893 от 20.03.2013 г.
6. Устройство для переработки нефтеотходов: патент на изобретение. Рег. № 2497934 от 10.11.2013 г.

### Рецензенты:

Беляков В.В., д.т.н., профессор, начальник УНИР и ИР, ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева», г.Н.Новгород;

Радионов А.А., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Кафедра общей и ядерной физики», ФГБОУ

ВПО «Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева», г.Н.Новгород.