

УДК 004.94

Е. А. Шулаева, А. Н. Иванов, Н. Н. Успенская,
Е. Р. Ишкинина, Т. Н. Исmoilов

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ АППАРАТА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ (ФЛОРЕНТИНЫ)

Ключевые слова: флорентина, водонефтяная эмульсия, нефть, вода, имитационное моделирование, отстаивание.

При добыче нефти в стволе скважины и в ее призабойной зоне часто образуются высокоустойчивые эмульсии. Сырая нефть из скважин поступает на очистку в нефтеперерабатывающие заводы. В зависимости от глубины расслоения водонефтяной эмульсии выбирают метод ее переработки, а также используемое оборудование. Для сильно обводненной нефти зачастую применяют нагревание эмульсии и её дальнейшее отстаивание под действием сил гравитации. При этом в ходе очистки нефти на нефтеперерабатывающих заводах периодически случаются аварии вследствие недостаточной подготовки специалистов, а также из-за неправильных расчетов технологического процесса. В данной научной работе рассматривается вопрос проектирования и моделирования процесса разделения водонефтяных эмульсий в отстойнике непрерывного действия (флорентине), отвечающего требованиям безопасности. Предлагается использовать разработанный программный продукт для имитации процесса отстаивания водонефтяной эмульсии в аппарате непрерывного действия (флорентине) для обучения технических специалистов, наглядной имитации процесса, а также для проверки правильности расчетов технологического процесса. Расчет динамической модели процесса ведется по динамической и кинематической вязкости исследуемой нефти, расходу нефти и воды по заданному расходу подаваемой эмульсии в аппарат, а также температуре в аппарате. Программный продукт включает в себя: моделирование процесса разделения нефтяной эмульсии в аппарате флорентина; общие сведения о процессе, технологический калькулятор, дающий возможность найти все основные параметры для расчета процесса, такие как расход воды и нефти по расходу сырья, подаваемого в аппарат, динамическую и кинематическую вязкость, температуру в аппарате. Также приведены варианты заданий и пример выполнения расчета. Преимуществами применения данного программного средства являются возможность моделирования процессов, протекание которых принципиально невозможно в лабораторных условиях; безопасность при моделировании данных процессов и высокоэффективный метод обучения. Данный программный продукт позволяет подбирать наилучшие технологические параметры путем расчета технологического процесса по динамической модели. С его помощью можно изучить более подробно работу отстойника непрерывного действия флорентины, учесть и оценить все возможные проблемы технологического процесса, чтобы избежать их в дальнейшем, а также выявить ошибки при проектировании и избежать аварийных ситуаций.

Е. А. Shulaeva, A. N. Ivanov, N. N. Uspenskaya,
E. R. Ishkinina, T. N. Ismoilov

MODELING AND ANALYSIS OF A CONTINUOUS OIL-EMULSION BREAKING DEVICE (FLORENTINE)

Keywords: florentine, water-oil emulsion, oil, water, simulation, settling.

Oil production is often accompanied by formation of highly stable emulsions in the bottom hole zone and the well trunk. Crude oil from wells is further transported to oil refineries for purification. A processing method and the equipment used for such processing are determined by the depth of stratification of a water-oil emulsion. A common method for oils with high content of water is heating of emulsions with further sedimentation by the gravity force. Oil purification at oil refineries is a risky process with periodical accidents that occur because of insufficient training of specialists and incorrect calculations of a technological process. This scientific paper considers the problem of design and modelling of water-oil emulsions separation in a continuous settler (florentine) that meets safety requirements. We offer to apply the developed software product to simulating the settling process of water-oil emulsion in a continuous device (florentine) for training technical staff, providing visualizations, and checking the process parameters. The dynamic model of the process is calculated by dynamic and kinematic viscosities of the studied oil, oil and water consumption compared to the set input of emulsion into the device and the temperature in the device. The software functionality: modelling of oil emulsion separation in the florentine device; general information about the process and technological calculator providing the values of all the main parameters for process calculations, such as water consumption and oil consumption compared to the input of emulsion fed into the device, dynamic and kinematic viscosities, and the temperature in the device. Different variants of tasks and the examples of calculations are also provided. The advantages of this software are opportunities for the simulation of processes impossible to be realized in the laboratory conditions, safe simulation of such processes and the highly efficient training method this software offers. This software allows selecting optimized technological parameters by calculation of the dynamic model of a technological process. It provides opportunities for a more detailed study of a continuous florentine settler, consideration and estimation of all the possible problems of a technological process to avoid them in the future, and also for revealing design faults to avoid emergency situations.

Введение

В настоящее время в производстве при проведении технологического процесса требуется

учитывать большое число различных факторов, влияющих на данный процесс [1]. Данную проблему можно решить путем моделирования и расчетов технологического процесса [2, 3].

С помощью имитационного моделирования можно учесть влияние различных факторов на технологический процесс [4–7], а также оценить производительность оборудования [8], подобрать оптимальные параметры для непрерывного процесса отстаивания, обеспечивающие большую производительность и меньшие затраты [9–12].

Авторами была поставлена задача - создать программный продукт имитации процесса отстаивания водонефтяной эмульсии в аппарате непрерывного действия (флорентине) для обучения технических специалистов, наглядной имитации процесса, а также для проверки правильности расчетов технологического процесса.

Расчет аппарата флорентина

В процессе расчета были применены следующие зависимости [13].

Уравнение для материального баланса разделения эмульсии во флорентине

$$F_{ЭМ} = F_B + F_H;$$

где $F_{ЭМ}$ – расход подаваемой эмульсии, кг/час;

F_B – расход воды, отделенной при разделении эмульсии, кг/час;

F_H – расход нефти, обезвоженной при разделении эмульсии, кг/час.

Расход нефти и воды запишем через начальную и конечную обводненность нефти

$$F_H = F_{ЭМ} \cdot (1 - B_O) + F_{ЭМ} \cdot B;$$

$$F_B = F_{ЭМ} \cdot B_O - F_{ЭМ} \cdot B;$$

где B_O – начальная обводненность нефти, % масс.;

B – конечная обводненность нефти, % масс.

Определяют конечную обводненность нефти по эмпирическим формулам, которые показывают зависимость между скоростью осаждения частиц, вязкостью и плотностью нефти и воды, а также обводненностью нефти [14–16].

Программный продукт моделирования отстойника непрерывного действия (флорентины) для разделения водонефтяной эмульсии

Системные требования:

- ОС (операционная система): Windows 2000/XP/Vista/7/8/8.1/10;
- Разрядность операционной системы: x86, x64;
- Процессор: Intel Pentium IV и выше;
- Монитор, поддерживающий разрешение 1152x864 и выше;
- Жесткий диск: 20 Мб свободного места;
- Оперативная память: 128 Мб;
- Клавиатура и мышь.

Для входа в программу пользователю необходимо внести свои данные в форму входа.

На вкладке «Расчёт» расположены расширенные параметры математической модели отстойника. Имеется возможность ручного ввода значений плотности воды и нефти, площади осаждения эмульсии в аппарате флорентине, температурной поправки для плотности нефти, диаметра

осаждаемых частиц, а также данных, полученных путем лабораторного анализа с помощью вискозиметра. Результатами промежуточного расчета являются значения кинематической и динамической вязкости для нефти, а результатами конечного расчета – расходы потоков воды и нефти на выходе из аппарата, а также температура процесса (рис. 1).

Рис. 1 – Окно «Расчет аппарата Флорентины»

Описание процесса моделирования

После открытия главной страницы моделирования технологического процесса необходимо задать параметры технологического процесса (рис. 2).

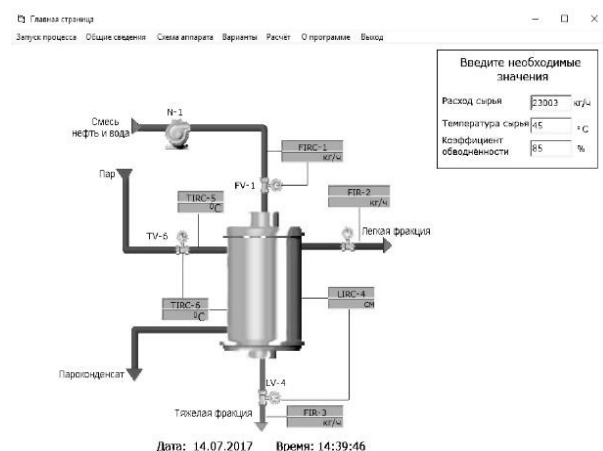


Рис. 2 – Главная страница для ввода данных технологического процесса

После задания всех параметров необходимо нажать команду «Запуск процесса» на главном окне программы, которая запускает моделирование процесса отстаивания смеси нефти с водой в обогреваемом отстойнике-флорентине.

Первым этапом является загрузка исходной смеси, в нашем случае нефти с водой, в аппарат флорентины до необходимого уровня границы раздела фаз. При загрузке моделируется: увеличение расхода исходной смеси с отображением изменения параметра на регулирующем приборе FIRC-1; увеличение уровня в аппарате с отображением изменения параметра на регулирующем приборе LIRC-4. В это же время начинается подача пара для

обогрева поступающей смеси. При подаче пара моделируется: увеличение температуры смеси с отображением изменения параметра на регулирующем приборе TIRC-6 (рис. 3).

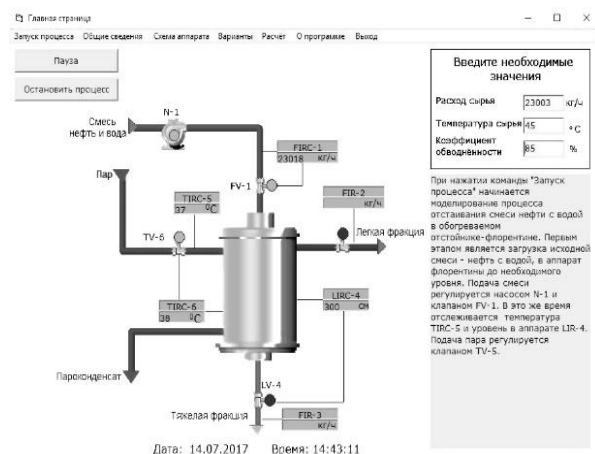


Рис. 3 – Первый этап моделирования процесса отстаивания

При достижении определённого значения температуры и необходимого значения уровня начинается второй этап – процесс отделения нефти от воды. Через некоторый промежуток времени открываются клапана FV-2 и FV-3. Через клапан FV-2 выходит лёгкая фракция – нефть, через клапан FV-3 тяжёлая фракция – вода (рис. 4).

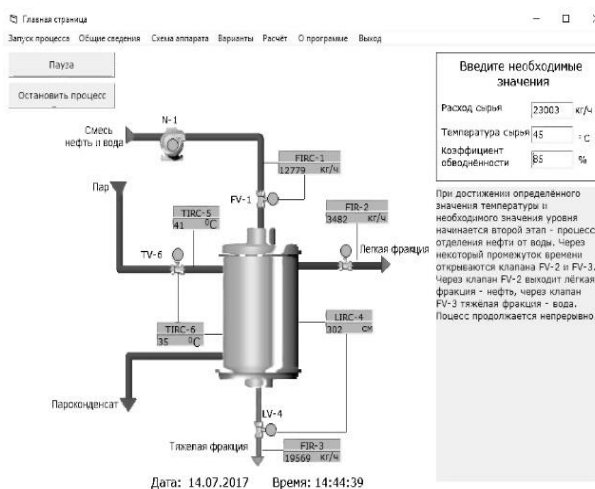


Рис. 4 – Второй этап моделирования процесса отстаивания (этап выделения готового продукта)

Кнопка «Пауза» служит для приостановки процесса. Для завершения процесса необходимо нажать кнопку «Остановить процесс».

Заключение

В данной научной работе по ранее описанной и рассчитанной динамической модели объекта был смоделирован технологический процесс разделения водонефтяной эмульсии в аппарате непрерывного действия (флорентине), а также разработан программный продукт «Моделирование и расчёт аппарата непрерывного действия для разделений

нефтяных эмульсий (флорентина)» в среде программирования Microsoft Visual Basic 6.0. Программный продукт включает в себя: моделирование процесса разделение нефтяной эмульсии в аппарате флорентина; общие сведения; технологический калькулятор, дающий возможность найти все основные параметры для расчета процесса: расход воды и нефти по расходу сырья, подаваемого в аппарат, динамическую и кинематическую вязкость, температуру в аппарате; варианты заданий; пример выполнения расчета.

Данный программный продукт позволяет подбирать наилучшие технологические параметры путем расчета технологического процесса по динамической модели. С его помощью можно изучить более подробно работу отстойника непрерывного действия флорентины, а также учесть и оценить все возможные проблемы технологического процесса, чтобы избежать их в дальнейшем.

Литература

1. Е.А. Шулаева, Н.С. Шулаев, Ю.Ф. Коваленко, *Бутлеров. сооб.*, **40**, 12, 126-132 (2014).
2. А.Н. Иванов, С.А. Мустафина, Е.А. Шулаева, Н.С. Шулаев, *V Всероссийская научно-практическая конференция, приуроченная к 110-летию со дня рождения академика А.Н. Тихонова* (Стерлитамак, Россия, 17-19 ноября, 2016). Стерлитамак, 2016. Часть 1. С. 137-142.
3. Е.А. Shulaeva, Yu.F. Kovalenko, N.S. Shulaev, *Adv. Mater. Res.*, **1040**, 581-584 (2014).
4. Ю.Ф. Коваленко, Е.А. Шулаева, Н.С. Шулаев, *ВМУ УГНТУ*, **5**, 1, 128-131 (2016).
5. Е.А. Шулаева, С.Н. Шулаев, *Баш. хим. ж.*, **13**, 3, 86-89 (2006).
6. Е.А. Shulaeva, Yu.F. Kovalenko, N.S. Shulaev, *The 16th International Workshop on Computer and Information Technologies CSIT 2014* (Sheffield, England, September 17-22, 2014). Sheffield, 2014. Volume 2. P. 175-179.
7. Е.А. Shulaeva, N.S. Shulayev, Ju.F. Kovalenko, *International Conference on Information Technologies in Business and Industry 2016 IOP Publishing IOP Conf. Series, Journal of Physics: Conference series*, **803**, 012148 (2017).
8. Е.А. Шулаева, Ю.Ф. Коваленко, Н.С. Шулаев, *Фундаментальные и прикладные исследования в технических науках в условиях перехода предприятий на импортозамещение: проблемы и пути решения, Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием* (Стерлитамак, Россия, 17-18 декабря, 2015). Стерлитамак, 2015. Том. II. С. 278-279.
9. Е.А. Шулаева, Ю.Ф. Коваленко, Н.С. Шулаев, *Автоматизация, энерго- и ресурсосбережение в промышленном производстве, I Международная научно-техн. конф.* (Кумертау, Россия, 21 апреля, 2016). Кумертау, 2016. С. 435-437.
10. Е.А. Шулаева, Н.С. Шулаев, Ю.Ф. Коваленко, *Современные технологии в нефтегазовом деле-2015, международная научно-техническая конференция* (Октябрьский, Россия, 13 марта, 2015). Октябрьский, 2015. Том. 2. С. 434-439.
11. Е.А. Шулаева, Н.С. Шулаев, *Химическое и нефтегазовое машиностроение*, **1**, 3-7 (2016).
12. Е.А. Шулаева, Н.С. Шулаев, Ю.Ф. Коваленко, *Нефтегазовое дело*, **14**, 4, 103-107 (2016).
13. Н.Н. Успенская, Т.Н. Исмоилов, Е.А. Шулаева, *Молодежный научный вестник*, **18**, 6, 207-213 (2017).

14. Н.В. Ушева, Н.А. Барамыгина, *Томский политехнический университет*, Томск, 9 (2004).
15. Е.А. Шулаева, Ю.Ф. Коваленко, Н.С. Шулаев, *Фундаментальные и прикладные исследования в технических науках в условиях перехода предприятий на импортозамещение: проблемы и пути решения*,

- Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием* (Стерлитамак, Россия, 17-18 декабря, 2015). Стерлитамак, 2015. Том. II. С. 276-277.
16. Е.А. Шулаева, А.Н. Иванов, Н.Н. Успенская, Т.Н. Исмоилов, Е.Р. Ишкинина, *Международный студенческий научный вестник*, **5**, 31 (2017).

© **Е. А. Шулаева** – канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизированных технологических и информационных систем, филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Стерлитамаке, Россия, 453116, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак, пр. Октября, 2, Тел.: +79177585345, E-mail: eshulaeva@mail.ru; **А. Н. Иванов** – магистрант кафедры математического моделирования Стерлитамакского филиала ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Россия, 453103, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак, пр. Ленина, 37, Тел./факс: +7 (347) 343 50 02, E-mail: sanekclubstr@mail.ru; **Н. Н. Успенская** – студент, филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Стерлитамаке, Россия, 453116, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак, пр. Октября, 2, Тел.: +79872474237, E-mail: natasha011195@mail.ru; **Е. Р. Ишкинина** – студент, филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Стерлитамаке, Россия, 453116, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак, пр. Октября, 2, Тел.: +79177746245, E-mail: kat100396@mail.ru; **Т. Н. Исмоилов** – студент, филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Стерлитамаке, Россия, 453116, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак, пр. Октября, 2, Тел.: +79870273218, E-mail: timur102030123@bk.ru.

© **E. A. Shulaeva** – PhD in Technique, Associate Professor, FSBEI HE USPTU, Branch in Sterlitamak, 453116, Russia, Republic Bashkortostan, Sterlitamak, Avenue of October, 2, Tel.: +79177585345, E-mail: eshulaeva@mail.ru; **A. N. Ivanov** – graduate student of the department of mathematical modeling, Sterlitamak Branch of Bashkir State University, 453103, Russia, Republic Bashkortostan, Sterlitamak, Lenin Ave, 37, Tel/Fax: +7(347)343 50 02, E-mail: sanekclubstr@mail.ru; **N. N. Uspenskaya** - Student, FSBEI HE USPTU, Branch in Sterlitamak, 453116, Russia, Republic Bashkortostan, Sterlitamak, Avenue of October, 2, Tel.: +79872474237, E-mail: natasha011195@mail.ru; **E. R. Ishkinina** – Student, FSBEI HE USPTU, Branch in Sterlitamak, 453116, Russia, Republic Bashkortostan, Sterlitamak, Avenue of October, 2, Tel.: +79177746245, E-mail: kat100396@mail.ru; **T. N. Ismoilov** - Student, FSBEI HE USPTU, Branch in Sterlitamak, 453116, Russia, Republic Bashkortostan, Sterlitamak, Avenue of October, 2, Tel.: +79870273218, E-mail: timur102030123@bk.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

<i>Богданова С.А., Гатауллин А.Р., Шевцова С.А., Галяметдинов Ю.Г.</i> Модификация латексов дисперсиями углеродных нанотрубок	5
<i>Курбатов Р.К., Шашина Е.М., Горельщикова В.Е., Валиева Г.Р., Старшинова В.Л., Шинкарев А.А. (мл).</i> Влияние компонентного состава на морфологию частиц Zn-Al слоистых двойных гидроксидов	9
<i>Шамилов Р.Р., Жукова К.О., Галяметдинов Ю.Г.</i> Влияние условий синтеза на оптические характеристики квантовых точек CuInS_2 и гибридов $\text{CuInS}_2/\text{ZnS}$	13
<i>Сироткин О.С., Павлова А.М., Сироткин Р.О., Бунтин А.Е.</i> О связи стехиометрии и групповых значений ковалентности, металличности и ионности алканов с их энергетическими характеристиками	17
<i>Лазарев С.И., Головин Ю.М., Шестаков К.В., Ковалев С.В.</i> Особенности рентгенодифрактометрических исследований структурных характеристик полимерных мембран	22
<i>Романова Р.Г., Кулиева Р.А.</i> Анализ и практическая реализация способов проведения внутреннего контроля на примере методики определения содержания воды в нефти	26

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

<i>Белов Е.Г., Коробков А.М., Крыев Р.А., Михайлов С.В., Бурдикова Т.В.</i> Энергонасыщенные материалы пиротехнического типа на основе дисперсного нитрата натрия	31
<i>Валишина З.Т., Матухин Е.Л., Ибушева Р.А., Хакимзянова Р.И., Косточко А.В.</i> Прогнозирование вязкостных характеристик нитратов целлюлозы в зависимости от свойств исходного сырья	34
<i>Готлиб Е.М., Ань Нгуен, Фьюнг Ха, Милославский Д.Г., Балабанова Ф.Б.</i> Влияние волластонита на технологические свойства эпоксидных композиций, модифицированных маслом каучукового дерева	37
<i>Мухаметрахимов Р.Х., Галаутдинов А.Р.</i> Применение гидрофобизирующих добавок для повышения водостойкости изделий на основе гипсоцементно-пуццоланового вяжущего	40
<i>Праздников Т.Н., Черникова О.Б.</i> Исследование процесса наполнения кумулятивных зарядов для перфоратора	45
<i>Сладовская О.Ю., Отажонов С.И., Галина Л.А., Сладовский А.Г.</i> Современные реагенты-деэмульгаторы для разрушения водонефтяных эмульсий	49
<i>Тихонов В.А., Куликов М.А.</i> Использование побочного продукта производства - хлорида натрия в процессах водоподготовки	54
<i>Хамидуллин О.Л., Амирова Л.М.</i> Оптимизация режимов отверждения эпоксиангидридного связующего с новым фосфониевым катализатором на основе кинетической модели реакции	59
<i>Паринов С.В., Картушина Ю.Н.</i> Технологическая схема полной переработки отходов производства особо тяжёлого бетона	63
<i>Бунтин А.Е., Сироткин О.С., Женжурист И.А., Хузиахметов Р.Х.</i> Технология модификации природных алюмосиликатов нанозолем оксидов алюминия и кремния	66
<i>Фомина Р.Е., Мингазова Г.Г., Хайбиева В.Ш., Шарафутдинова Л.Ю., Сайфуллин Р.С., Водопьянова С.В.</i> Композиционные электрохимические покрытия на основе никеля	70
<i>Гибадуллин М.Р., Петров В.А., Глазырина Е.С., Аверьянова Н.В., Кузнецова Н.В., Панкратов А.А., Мишунин П.А.</i> Получение и свойства низкозамещенных нитратов агрегатированной целлюлозы	74

ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<i>Тучкова О.А., Охотникова А.А.</i> Анализ пожароопасных свойств текстильных материалов	79
<i>Томилова М.В., Смирнова Н.А., Хамматова В.В.</i> Прогнозирование стабильности структуры плетеных полотен	83
<i>Рахматуллина Г.Р., Тихонова В.П., Ахвердиев Р.Ф., Савина М.В.</i> Исследование влияния неравновесной низкотемпературной плазмы на гигиенические свойства ворсовой протезной кожи из шкур овчин	86
<i>Куренова С.В., Махоткина Л.Ю., Власова А.А., Страданченко А.А.</i> Экспертная оценка качества специальной одежды с помощью метода сбалансированного неполноблочного планирования	89

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

<i>Воробьева Ю.Н., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П.</i> Нейросетевая модель выявления DDoS-атак	94
<i>Дмитриев А.В., Зинуров В.Э., Гумерова Г.Х.</i> Оценочный расчет процесса теплообмена в камере сгорания при сжигании природного газа	99

Сираева К.С., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Методика очистки персональных данных в информационных системах организаций	104
Муршед Ф.А., Печеный Е.А., Нуриев Н.К. Исследование поллинговых систем на основе имитационных моделей с использованием программного комплекса AnyLogic	109
Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нейросетевая модель динамической биометрии для обнаружения подмены пользователей в компьютерных системах	115
Шулаева Е.А., Иванов А.Н., Успенская Н.Н., Ишкенина Е.Р., Исмоилов Т.Н. Моделирование и расчет аппарата непрерывного действия для разделения нефтяных эмульсий (флорентины)	120
Ахметвалеев А.М., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Математическое и программное обеспечение для определения функционального состояния опьянения человека на основе нейросетевого подхода	124
Дагаева М.В., Сулейманов М.А., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Технология построения отказоустойчивых нейросетевых моделей распознавания рукописных символов в системах биометрической аутентификации	133
Кожеевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокишин В.В. О построении подсистемы удаленного мобильного доступа к информационным ресурсам некоторой организации	139
Дагаева М.В., Катасёва Д.В., Катасёв А.С., Кирпичников А.П. Нечёткая экспертная система диагностики маслонаполненных силовых трансформаторов	148
Кожеевников А.Ю., Тутубалин П.И., Кирпичников А.П., Мокишин В.В. О разработке математических моделей, методов и программного обеспечения для проектирования перспективных изделий запрос-ответной аппаратуры	155
Салихова Э.И., Мокишин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Михайлова О.П. Мониторинг буровых работ с использованием средств распознавания образов	163
Спиридонов Г.В., Мокишин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Шамсутдинов Р.С. Алгоритм формирования маршрута буровой бригады	169

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Базарнова Ю.Г., Политаева Н.А., Кузнецова Т.А., Туми А. Выделение ценных компонентов из биомассы микроводорослей <i>Chlorella sorokiniana</i>	176
Морозов Н.В. Инновационная биотехнология очистки углеводородсодержащих сточных вод предприятий малой канализации	180
Зубкова А.Д., Степанова Н.Ю., Выборнова И.Б. Элементный состав и показатели замедленной флуоресценции хвои как индикаторы антропогенной нагрузки урбанизированных территорий	186
Кравчук Д.А., Гвоздева Н.С., Замалетдинов М.Р., Бальмова Е.С., Закиров Р.К., Ахмадуллина Ф.Ю. Оценка уровня токсичности никельсодержащих сточных вод ОАО «Электросоединитель»	191
Кузнецова Т.А., Политаева Н.А., Смятская Ю.А., Базарнова Ю.Г., Иванова А.Р. Культивирование <i>Letna minor</i> в условиях Санкт-Петербурга	195
Николаева Л.А., Хамзина Д.А. Исследование шлама химводоподготовки в качестве нефтяного сорбента при очистке водных объектов	200
Победа О.А., Прокопьев А.И., Сироткин А.С. Применение ферментных препаратов в производстве концентрата кислого сула	205
Садретдинова Э.И., Канарский А.В. Повышение вторичной физиологической активности сухих винных дрожжей в производстве шампанских вин	209
Смятская Ю.А., Политаева Н.А., Шайхиев И.Г., Свергузова С.В. Композиционные сорбционные материалы для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов	215
Хасанова В.К., Шильникова Н.В. Применение расчетных методов прогнозирования ориентировочно безопасных уровней воздействия химических веществ	220
Смятская Ю.А., Политаева Н.А., Собгайда В.С. Фотобиореакторы для культивирования микроводоросли <i>Chlorella sorokiniana</i>	224
Хусаинов А.М., Фролова Л.Л., Свердруп А.Э. Выявление корреляции между сапробностью и митохондриальным белком COI индикаторных видов коловраток на основе молекулярной филогении	228
Зайнуллина А.Р., Халиуллин Э.М., Яковлева Г.Ю., Петухова Е.В. Разработка микробиологических тестов для анализа качества пищевых продуктов	233
Информационное сообщение	237
Правила для авторов	238