

НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО УРАЛА

**Выпуск № 21
2025**



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет
«МИСИС»
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО УРАЛА

Научно-технический и производственный журнал

№21, 2025

Журнал входит в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Редакционная коллегия:

Шаповалов А.Н.	– главный редактор, доцент каф. металлургических технологий и оборудования НФ НИТУ «МИСИС», к.т.н., доцент
Измайлова А.С.	– зав. каф. гуманитарных и социально-экономических наук НФ НИТУ «МИСИС», к.э.н., доцент
Швалева А.В.	– зав. каф. математики и естествознания НФ НИТУ «МИСИС», к.п.н., доцент
Мажирина Р.Е.	– зав. каф. электроэнергетики и электротехники НФ НИТУ «МИСИС», к.п.н., доцент

© Новотроицк: НФ НИТУ «МИСИС», 2025

В журнале представлены результаты теоретических, экспериментальных и производственных научно-исследовательских работ, выполненных учеными и специалистами в области металлургического производства и машиностроения, электропривода, автоматизации, программирования, экономики и образования.

Адрес редакции:

462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, 8
Тел.: (3537) 67-97-29
E-mail: nf@misis.ru

Журнал подписан в печать 29.08.2025.
Отпечатан в издательском центре НФ НИТУ «МИСИС»
Формат 60×84 1/8. Цифровая печать.
Тираж 100 экз. Цена свободная.

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 669.054.82

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИ В ШЛАКЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ДЛЯ ПЕРЕПЛАВКИ МЕТОДОМ ВЫТЕСНЕНИЯ

Женин Е.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС», г. Новотроицк

Аннотация. Представлены результаты исследования металлургических свойств шлака металлургического для переплавки (ШМП) производства ООО «АККЕРМАНН-ЦЕМЕНТ» различной крупности (20-50, 50-250 и более 250 мм). Разработана методика определения содержания металлической части в ШМП методом вытеснения, обеспечивающая оперативную оценку содержания металлической части с отклонением от результатов разделительной плавки не более 5 %.

Ключевые слова: шлак, скрап, шлак металлургический для переплавки, метод вытеснения, разделительная плавка, плотность.

Введение.

В металлургическом производстве образуется значительное количество разнообразных железосодержащих отходов, повторное вовлечение которых в производство решает экологические проблемы, обеспечивает частичное замещение природных ресурсов и снижение издержек производства [1-9]. Одним из таких отходов является металлургический шлак, содержащий значительное количество железа, как в металлическом, так и в оксидном состоянии.

Шлак металлургический для переплавки (ШМП) ООО «АККЕРМАНН-ЦЕМЕНТ» представляет собой продукт магнитной сепарации металлургических шлаков различного происхождения. Несмотря на высокое среднее содержание железа в ШМП, показатели его металлургической ценности (выход металла и содержание железа) имеют значительную вариативность, что связано с различной степенью зашлакованности скрапа. Поэтому, для эффективного использования ШМП в металлургическом производстве важно иметь инструменты оперативной оценки его металлургической ценности.

Выход металла и химический состав ШМП можно оценить путем разделительной плавки с выделением металла и шлака, которые в дальнейшем подвергаются химическому анализу. Этот способ, хотя и дает точные результаты, но имеет большую продолжительность, трудоёмкость и стоимость.

Цель и задачи исследования.

Для оперативного определения металлической части, содержащейся в ШМП, можно использовать метод вытеснения, который заключается в определении объема исследуемой пробы известной массы по количеству вытесняемой воды. Основной сложностью этой методики является неопределенность с принятием плотностей металла и шлака неизвестного химического состава. Поэтому в работе решалась задача разработки методики оперативной оценки содержания металлической части в ШМП методом вытеснения.

Эксперименты по исследованию металлургических свойств ШМП производства ООО «АККЕРМАНН-ЦЕМЕНТ» проводили для ШМП различной крупности (20-50, 50-250 и более 250 мм) и происхождения:

- ШМП из отвала доменного цеха, крупностью 20-50 мм (далее, ШМП 50Д), фр. 50-250 мм (далее, ШМП 250Д) и фр. более 250 мм (далее, ШМП +250Д);

- ШМП из отвала электросталеплавильного цеха (ЭСПЦ), крупностью 20-50 мм (далее, ШМП 50Э), фр. 50-250 мм (далее, ШМП 250Э) и фр. более 250 мм (далее, ШМП +250Э);

- ШМП из отвала мартеновского цеха, крупностью 20-50 мм (далее, ШМП 50М), фр. 50-250 мм (далее, ШМП 250М) и фр. более 250 мм (далее, ШМП +250М).

Комплекс экспериментов по каждому виду изучаемых ШМП, включал:

- отбор точечных проб (не менее 100 шт. по 10 кг для каждой пробы), составление

объединенной пробы и её подготовка (дробление, усреднение, сокращение);

- определение выхода металлической и шлаковой части методом разделительной плавки;

- определение химического состава исследуемых марок ШМП по результатам разделительной плавки (химического анализа и выхода продуктов разделительной плавки);

- определение объемной плотности (с учетом внутренних пустот) металла и шлака, полученных при разделительной плавке исследуемых марок ШМП;

- определение содержания металлической части в исследуемых марках ШМП методом объемного вытеснения.

Для снижения вероятности получения ошибочных результатов, решаемые в иссле-

довании задачи выполнялись для каждого вида ШМП по 10 раз, для чего из общей массы объединённой пробы путем дробления (до крупности менее 100 мм), усреднения и сокращения готовились 10 опытных проб массой 40-50 кг, по каждой из которых выделялась проба для разделительной плавки массой 5 кг, и проба для проведения гидроиспытаний (массой 35-45 кг). Таким образом, идентичные пробы подвергали сплавлению и гидроиспытаниям, добиваясь объективности получаемых результатов.

Результаты разделительной плавки.

В табл. 1 представлены усредненные результаты разделительных плавков по каждому виду ШМП.

Таблица 1 – Усредненные результаты жидкофазного разделения проб ШМП различной крупности

Параметр	Усредненные данные для ШМП различной крупности ^{*1}		
	20-50 мм	50-250 мм	более 250 мм
из отвала доменного цеха			
Выход металла, % ^{*2}	67,87-76,76 / 72,72	76,14-82,89 / 78,86	73,84-86,61 / 80,07
Содержание Fe в металле, %	90,01-95,63 / 94,47	89,72-97,84 / 94,60	92,32-95,30 / 94,58
Содержание углерода, %	3,32-4,20 / 3,70	2,75-4,10 / 3,43	3,10-4,20 / 3,63
Выход шлака, % ^{*2}	28,08-20,71 / 24,34	19,26-14,42 / 18,05	22,53-10,26 / 16,60
Содержание оксидов Fe, %	2,30-6,60 / 3,73	2,91-4,90 / 3,53	2,05-6,40 / 4,28
Основность шлака	0,89-1,12 / 1,00	0,87-1,00 / 0,93	0,87-1,04 / 0,94
Содержание Fe общего, %	64,00-76,13 / 70,60	71,79-81,84 / 76,89	71,10-85,71 / 78,44
из отвала электросталеплавильного цеха			
Выход металла, % ^{*2}	63,49-70,71 / 67,70	60,83-65,44 / 62,53	72,11-75,92 / 73,81
Содержание Fe в металле, %	98,01-98,82 / 98,32	97,53-98,72 / 98,14	96,77-98,93 / 97,93
Содержание углерода, %	0,04-0,84 / 0,28	0,22-1,36 / 0,77	0,24-1,63 / 0,90
Выход шлака, % ^{*2}	35,11-27,08 / 30,59	36,58-33,07 / 35,37	25,04-22,23 / 23,74
Содержание оксидов Fe, %	24,24-29,60 / 26,78	23,22-28,38 / 24,96	21,20-25,20 / 23,46
Основность шлака	1,65-1,84 / 1,73	1,18-1,56 / 1,35	1,44-1,65 / 1,51
Содержание Fe общего, %	69,77-76,97 / 73,55	67,65-71,37 / 69,44	77,00-78,75 / 77,89
из отвала мартеновского цеха			
Выход металла, % ^{*2}	68,44-76,49 / 71,86	60,26-67,29 / 63,78	73,19-76,70 / 74,60
Содержание Fe в металле, %	96,97-98,26 / 97,83	97,50-97,89 / 97,70	97,58-98,23 / 97,89
Содержание углерода, %	0,09-0,38 / 0,22	0,08-0,91 / 0,50	0,30-1,19 / 0,65
Выход шлака, % ^{*2}	29,19-22,04 / 26,27	37,06-31,04 / 34,05	24,87-20,45 / 22,86
Содержание оксидов Fe, %	37,60-41,90 / 40,10	38,90-42,52 / 40,76	39,20-41,84 / 40,34
Основность шлака	0,89-1,35 / 1,12	1,00-1,34 / 1,15	1,00-1,29 / 1,13
Содержание Fe общего, %	75,97-83,62 / 79,75	70,49-77,89 / 74,26	79,10-83,94 / 81,56
^{*1} в числителе – диапазон изменения; в знаменателе – среднее значение.			
^{*2} убыль массы пробы ШМП является результатом протекания окислительно-восстановительных реакций.			

Результаты разделительных плавов исследуемых видов ШМП позволяют сделать ряд выводов:

- выход металла изменяется в широких пределах и обратно пропорционален степени зашлакованности скрапа: скрап доменного происхождения имеет минимальную зашлакованность, ШМП сталеплавильного происхождения состоит из зашлакованного скрапа и кусков заматалленного шлака, причем количество последних повышается от ШМП 50 до ШМП 250;

- шлаковая часть ШМП доменного происхождения отличается умеренной основностью и пониженной окисленностью, что характерно для доменных шлаков [10-14];

- шлаковая часть ШМП сталеплавильного происхождения имеет умеренную (для сталеплавильного производства) основность и высокую окисленность, что характерно для первичных шлаков сталеплавильного производства [15-18];

- зашлакованность исследуемых видов ШМП повышается от ШМП доменного происхождения до ШМП сталеплавильных отвалов;

- все исследуемые пробы ШМП имеют высокую металлургическую ценность, характеризующуюся повышенным содержанием железа общего и металлического;

- повышение металлургической ценности крупнофракционных ШМП возможно путем их дробления до крупности 50-100 мм (для разрушения кусков заматалленного шлака) с последующей магнитной сепарацией.

В результате проведения разделительных плавов, кроме определения выхода металла и состава ШМП, были получены слитки металла и шлака, пригодные для оценки их объемной плотности.

Определение объемной плотности металлической и шлаковой части исследуемых видов

Для практической реализации разработанной методики оценки содержания металлической части в ШМП методом вытеснения, полученные в результате разделительных плавов слитки металла и шлака использовали для определения их объемной плотности.

Объемную плотность металла и шлака, получаемых в результате разделительной плавки, определяли по методике ГОСТ 25732-88 «Руды железные и марганцевые, концентраты, агломераты и окатыши. Методы определения истинной, объемной, насыпной плотности и пористости».

Усредненные результаты определения объемной плотности металла и шлака исследуемых видов ШМП представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Усредненные результаты исследований по определению объемной плотности металла и шлака

Параметр	Усредненные данные для ШМП различной крупности ^{*1}		
	20-50 мм	50-250 мм	более 250 мм
из отвала доменного цеха			
Объемная плотность металла, кг/м ³	<u>7467,7-7734,5</u> 7653,8	<u>7525,2-7700,2</u> 7635,4	<u>7506,4-7697,1</u> 7660,8
Объемная плотность шлака, кг/м ³	<u>2769,7-3211,8</u> 2846,5	<u>2720,3-3150,5</u> 2932,1	<u>2834,4-3245,6</u> 2951,6
из отвала электросталеплавильного цеха			
Объемная плотность металла, кг/м ³	<u>7753,8-7840,4</u> 7802,6	<u>7744,5-7812,6</u> 7762,6	<u>7706,6-7784,9</u> 7720,8
Объемная плотность шлака, кг/м ³	<u>3161,8-3512,1</u> 3309,4	<u>3082,4-3495,6</u> 3276	<u>3069,7-3488,5</u> 3284,6
из отвала мартеновского цеха			
Объемная плотность металла, кг/м ³	<u>7731,6-7859,6</u> 7796,7	<u>7748,9-7836,7</u> 7778,8	<u>7726,6-7812,4</u> 7761,5
Объемная плотность шлака, кг/м ³	<u>3488,9-3751,70</u> 3629,5	<u>3502,6-3783,10</u> 3641,2	<u>3519,4-3773,3</u> 3649,3
^{*1} в числителе – диапазон изменения; в знаменателе – среднее значение;			
^{*2} используемая в расчетах выхода металла из ШМП методом вытеснения.			

Объемная плотность металла возрастает по мере снижения в нем содержания углерода. Так, средняя объемная плотность металлической части ШМП из доменных шлаков составляет 7370-7650 кг/м³, что соответствует плотности переловных чугунов. Объемная плотность металлической части ШМП из шлаков сталеплавильного производства укладывается в диапазон от 7707 до 7840 кг/м³, что соответствует плотности низко- и среднеуглеродистых низколегированных ста-

лей. Объемная плотность шлака повышается с ростом его окисленности и снижением внутренней пористости.

Результаты оценки содержания металлической части методом вытеснения.

Результаты экспериментов по определению содержания металлической части в пробах ШМП методом вытеснения приведены в табл. 3-5.

Таблица 3 – Усредненные результаты оценки содержания металлической части в пробах ШМП

Параметр	Усредненные данные для ШМП различной крупности ^{*1}		
	20-50 мм	50-250 мм	более 250 мм
из отвала доменного цеха			
Объемная плотн. металла ^{*2} , кг/м ³	7650		
Объемная плотн. шлака ^{*2} , кг/м ³	2910		
Содержание металлической части в пробе (%) по вытеснению	<u>66,26-77,08</u> 71,92	<u>73,35-83,73</u> 78,44	<u>74,46-85,30</u> 79,63
Выход металлической части (%) после разделительной плавки	<u>67,87-76,76</u> 72,72	<u>76,14-82,89</u> 78,86	<u>73,84-86,61</u> 80,07
Абсолютное отклонение результатов, %	0,80	0,41	0,45
Относительное отклонение результатов, % ^{*3}	1,11	0,53	0,56
из отвала электросталеплавильного цеха			
Объемная плотн. металла ^{*2} , кг/м ³	7800	7760	7720
Объемная плотн. шлака ^{*2} , кг/м ³	3290		
Содержание металлической части в пробе (%) по вытеснению	<u>63,72-70,94</u> 67,60	<u>59,40-64,57</u> 62,00	<u>71,72-74,65</u> 72,93
Выход металлической части (%) после разделительной плавки	<u>63,49-70,71</u> 67,70	<u>60,83-65,44</u> 62,53	<u>72,11-75,92</u> 73,81
Абсолютное отклонение результатов, %	0,10	0,53	0,88
Относительное отклонение результатов, % ^{*3}	0,15	0,86	1,21
из отвала мартеновского цеха			
Объемная плотн. металла ^{*2} , кг/м ³	7800	7780	7760
Объемная плотн. шлака ^{*2} , кг/м ³	3640		
Содержание металлической части в пробе (%) по вытеснению	<u>68,19-75,40</u> 71,30	<u>59,44-66,80</u> 63,10	<u>72,93-76,64</u> 74,43
Выход металлической части (%) после разделительной плавки	<u>68,44-76,49</u> 71,86	<u>60,26-67,29</u> 63,78	<u>73,19-76,70</u> 74,60
Абсолютное отклонение результатов, %	0,55	0,68	0,17
Относительное отклонение результатов, % ^{*3}	0,78	1,08	0,23
^{*1} в числителе – диапазон изменения; в знаменателе – среднее значение; ^{*2} используемая в расчетах выхода металла из ШМП методом вытеснения; ^{*3} отклонение средних результатов оценки содержания металла в ШМП методом вытеснения и жидкофазного разделения, относительно среднего результата по данным разделительной плавки.			

Из представленных в табл. 3-5 данных можно сделать ряд выводов:

1) Результаты определения содержания металлической части в исследуемых видах ШМП путем разделительной плавки и методом вытеснения сопоставимы, что свидетельствует о работоспособности методики оценки содержания металлической части в ШМП методом вытеснения и правильности выбранных объемных плотностей металла и шлака.

2) Апробированная в рамках данной работы методика оценки содержания металлической части в ШМП методом вытеснения позволяет определять долю металлической части в ШМП со средним отклонением от данных разделительной плавки не более 1 % абс. (до 1,5 % отн.).

Заключение.

В результате проведенного комплекса экспериментов разработана методика определения содержания металлической части в ШМП ООО «Южно-уральская ГПК» методом вытеснения, обеспечивающая оперативную оценку выхода металла из ШМП с отклонением от результатов разделительной плавки не более 1 % (по усредненным данным).

Высокая степень соответствия между результатами определения содержания металлической части в пробах ШМП методом вытеснения и жидкофазного разделения обеспечивается при учете следующих исходных данных при проведении расчета металлической части методом вытеснения:

- фактической влажности ШМП перед проведением исследования;

- объемной плотности металлической и шлаковой составляющих ШМП из северного отвала доменного цеха 7370 и 2737 кг/м³, соответственно;

- объемной плотности металлической и шлаковой составляющих ШМП из южного отвала доменного цеха 7650 и 2910 кг/м³, соответственно;

- объемной плотности металлической и шлаковой составляющих ШМП из отвала электросталеплавильного цеха 7720-7800 (в зависимости от крупности) и 3290 кг/м³, соответственно;

- объемной плотности металлической и шлаковой составляющих ШМП из отвала мартеновского цеха 7760-7780 (в зависимости от крупности) и 3640 кг/м³, соответственно.

Результаты определения содержания металлической части в исследуемых видах ШМП методом вытеснения, в соответствии с разработанными рекомендациями, показали высокую сходимость с выходом металлической части при разделительной плавке. Это подтверждает, как достоверность результатов определения объемной плотности металла и шлака, так и работоспособность методики определения содержания металлической части методом вытеснения.

Полученные данные по составу и объемной плотности шлаковой части необходимо уточнять по мере разработки шлакоотвалов с учетом разнообразия структуры и состава шлаков.

Литература

1. Илларионов И.Е., Стрельников И.А. О применении техногенных отходов в литейном производстве // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2016. Т. 14. № 4. С.36-41.
2. Братковский Е.В., Шаповалов А.Н., Харитонов Ф.Н. К вопросу утилизации токсичных промышленных отходов в процессе доменной плавки // Наука и производство Урала. 2005, № 1. С.16-19.
3. Карпенко Р.А., Карпенко Е.В., Хайдуков В.П., Пономарев В.Н. Ресурсо-экологический подход к рециклингу железосодержащих отходов металлургического предприятия // Наука и производство Урала. 2008. № 4. С. 63-67.
4. Измайлова А.С., Шаповалов А.Н. Технологические возможности сокращения себестоимости продукции металлургических предприятий на современном этапе // Тренды и управление, 2017. № 2. С.132-147.
5. Гоник И.Л., Новицкий Н.А., Соловьев В.А. Метод холодного брикетирования - современный способ рециклинга металлургических отходов // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2012. № 12 (1356). С. 71-74.
6. Романов П.С., Романова И.П. Рециклинг отходов металлургической промышленности как способ сбережения природных ресурсов и снижения экологической напряженности // Синергия. 2016. № 2. С. 94-99.
7. Бугаков М.Н., Хайдуков В.П. Выбор рациональной установки для рециклинга

- железосодержащих отходов металлургического цикла // *Сталь*. 2017. № 5. С. 71-73.
8. Оценка качества металлопродукции как элемент анализа конкурентоспособности металлургических предприятий / Замбрицкая Е.С., Шаповалов А.Н., Дема Р.Р., Харченко М.В. // *Бюллетень науки и практики*. 2019. Т. 5. №9. С. 262-269.
 9. Абдуллина Л.Ш., Тайсина С.М. Получение вторичного сырья при рециклинге отходов металлургического производства // *Технологии металлургии, машиностроения и материалообработки*. 2022. № 21. С. 246-257.
 10. Шаповалов А.Н., Кропотов В.К. Взаимосвязь показателей основности шлаков с характеристиками процесса десульфурации чугуна в доменной печи // *Известия вузов. Черная металлургия*, 1998. №8. С.10 – 12.
 11. Хоботова Э.Б., Калмыкова Ю.С. Отвальный доменный шлак как сырьевой компонент производства вяжущих веществ // *Экология и промышленность*. 2011. № 1 (26). С. 35-40.
 12. Крячко Г.Ю., Беляев Ю.В. Влияние состава шлака на работу доменных печей // *Черные металлы*. 2006. № 3. С. 17-22.
 13. Овчинникова Е.В., Горбунов В.Б., Шаповалов А.Н. Оценка шлакового режима доменной плавки в условиях ОАО «Уральская Сталь» // *Наука и производство Урала*, 2015. №11. С.35-39.
 14. Павлов А.В., Спирин Н.А., Лавров В.В., Гурин И.А., Бегинюк В.А. Оценка адекватности модели расчета состава и свойств конечного шлака в доменной печи // *Металлург*. 2022. № 5. С. 92-96.
 15. Хансман Т., Фонтана П., Чиапперо А., Бот И., Рот Д.Л. Технология оптимального рециклинга отходов черной металлургии // *Черные металлы*. 2008. № 10. С. 32-37
 16. Шевченко Е.А., Шаповалов А.Н., Дема Р.Р., Колодин А.В. Влияние технологических параметров плавки на стойкость футеровки дуговой сталеплавильной печи в условиях АО «Уральская Сталь» // *Новые огнеупоры*, 2019. №7. С.3-7.
 17. Гмызина Н.В., Сединкина Н.А., Горлова О.Е. Изучение свойств конвертерных шлаков с целью совершенствования технологии их переработки // *Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации*. 2019. Т. 75. № 5. С. 623-632.
 18. Ларичкин В.В. Исследование первичных шлаков электросталеплавильного производства // *Наука и техника Казахстана*. 2021. № 3. С. 64-71.

Сведения об авторах

Женин Евгений Вячеславович, к.т.н., доцент кафедры металлургических технологий и оборудования, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: evzhenin@mail.ru.

УДК 669.046.5

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СКРАПОВЫХ БРИКЕТОВ*

Антропов Р.И.

ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ», г. Новотроицк

Аннотация. Представлено технико-экономическое обоснование переработки железугольных брикетов с получением годной ликвидной продукции – мелющих шаров. Разработаны основные элементы технологии производства чугуновых мелющих шаров из железугольных брикетов, получаемых в условиях ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ».

Ключевые слова: шлак, скрап, скраповые брикеты, мелющие шары, коксовая вагранка, индукционная тигельная печь.

Введение.

На этапах металлургического производства изготовления стальных и чугуновых заготовок образуется большое количество металлосодержащих отходов таких как скрап, шлак, окалина. Хранение данных отходов сопряжено как с большими финансовыми затратами, так и с большими территориями занимаемыми данными отходами и оказывающими пагубное влияние на экологическую обстановку окружающей территории. Поэтому переработка металлургических отходов является первоочередной задачей, как позиции ресурсосбережения, так и с точки зрения экологии [1-5].

Преобладающую часть техногенных железосодержащих отходов на металлургическом предприятии полного цикла составляют дисперсные пыли и шламы, которые преимущественно утилизируются в агломерационном производстве [6-8]. Однако есть отходы, такие как скрап, которые сложно и нерационально переработать ввиду их крупности и особенностей химического состава. Наиболее перспективным направлением является переработка скраповых отходов в непосредственной близости от их образования, в частности вблизи территории металлургических комбинатов и имеющихся скрапшлакоотвалов, образовавшихся в ходе работы металлургических предприятий [9-12].

Переработка и получение железосодержащих материалов из металлургического

скрапа позволяет частично решить проблему уменьшения количества отходов и использовать полученное вторичное сырье в качестве добавок в доменном и сталеплавильном производстве. Однако количество уже имеющихся отходов на сегодняшний день намного превышает возможности применения полученного вторичного железорудного сырья в технологическом цикле доменного и сталеплавильного процессов. Поэтому актуальным вопросом является разработка технологии получения готовой металлопродукции методом переплава из вторичного железосодержащего сырья, чему и посвящена данная работа.

Исходные данные.

Поскольку химический состав металлургических отходов определяется технологическими особенностями производства, то поставленная в работе задача решалась на примере скрапа, получаемого при переработке шлаковых отвалов в условиях ООО «АККЕРМАНН-ЦЕМЕНТ». В ходе переработки металлургических шлаков в условиях ООО «АККЕРМАНН-ЦЕМЕНТ» получают скрап с торговым названием «шлак металлургический для переплавки» (ШМП) различных фракций. Результаты определения химического состава ШМП, проведенного методом разделительной плавки [13, 14] в условиях НФ НИТУ «МИСИС», представлены в табл. 1.

* работа выполнена под руководством А.Н. Шаповалова, канд. техн. наук, доцента кафедры МТиО, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

Таблица 1 - Усредненные данные о химическом составе скрапа

Параметр химического состава	Усредненные значения по исследуемым пробам					
	Скрап доменный			Скрап электросталеплавильный		
	0-10 мм	10-50 мм	50-250 мм	0-10 мм	10-50 мм	50-250 мм
Fe _{общ}	58,77	71,12	77,43	60,24	68,78	75,25
Fe _{мет}	38,08	50,63	60,72	34,05	54,81	64,43
Fe _{окисл}	20,69	20,49	16,71	26,19	13,97	10,82
FeO+Fe ₂ O ₃	27,34	27,08	22,08	34,61	18,46	14,30
CaO	12,35	7,55	4,87	11,57	9,76	6,82
SiO ₂	13,49	9,15	8,13	5,69	5,23	4,55
Al ₂ O ₃	3,5	2,76	2,12	8,78	7,24	6,36
MgO	2,9	1,69	1,22	3,43	3,36	3,15
Cr ₂ O ₃	0,81	0,23	0,17	0,75	0,38	0,24
P ₂ O ₅	0,75	0,34	0,29	0,67	0,42	0,26
SO ₃	0,77	0,3	0,58	0,44	0,38	0,19
Основность пустой породы	0,92	0,83	0,60	2,03	1,87	1,50

Как видно из табл. 1, ШМП крупностью более 10 мм с высоким содержанием железа общего и металлического можно использовать без окускования в доменном или сталеплавильном производствах. а скрап крупностью менее 10 мм, также имеющий большую металлургическую ценность, перед использованием в доменной плавке необходимо подвергать окускованию. Для этого на территории ООО «АККЕРМАН ЦЕМЕНТ» освоено производство скраповых брикетов различного назначения [13, 14]. Разновидности и состав скраповых брикетов, производимых в условиях ООО «АККЕРМАН ЦЕМЕНТ», приведены в табл. 2.

Результаты лабораторных исследований железо-угольных брикетов.

Производимые брикеты находят своё применение в качестве железосодержащих добавок в доменном и сталеплавильном производстве. Однако количество уже имеющихся отходов на сегодняшний день намного превышает возможности применения полученного вторичного железорудного сырья в технологическом цикле доменного и сталеплавильного процессов.

С целью определения возможности применения скраповых брикетов для получения востребованного в металлургии продукта, были проведены исследования скраповых брикетов с проведением лабораторных плавок. Для исследования были выбраны углеродсодержащие брикеты марки ШМБ-9-У, содержащие 59,33 % Fe (48,36 % Fe металли-

ческого) при основности 1,2 ед. и содержании углерода 6,48 %. Брикеты проплавливали в печи Таммана с получением металлического расплава и шлака, которые в дальнейшем подвергались взвешиванию и химическому анализу.

По результатам разделительной плавки выход металла составил 58,4%. Химический состав продуктов разделительной плавки представлен в табл. 3.

Данные химического анализа металла подтверждают возможность получения чугуна при использовании брикетов в качестве исходного сырья. При этом добавление угля в исходную шихту при формировании брикета является приоритетным направлением, равно как и подбор альтернативных видов связующего.

Результаты плавки брикетов, изготовленных по технологии ООО «АККЕРМАН ЦЕМЕНТ» показывают, что при наличии углерода в брикете выход годного (металла) существенно возрастает. Также отмечено, что при стабильном фракционном и химическом составе брикетов возможно ведение процесса ваграночной плавки чугуна со 100% использованием только брикетов. При этом наличие цементной связки в виде портландцемента при реализации ваграночного способа переработки брикетов с получением чугуна потребует либо корректировки (подбора) альтернативного связующего, либо установку систем подогрева воздушного дутья вагранки для обеспечения высоких экономических показателей.

Таблица 2 - Виды и состав скраповых брикетов

Параметры	Состав (%) по видам брикетов		
	железосодержащие	Железо-флюсовые	Железо-угольные
Fe	55-65	30-45	45-60
Fe мет	40-45	15-25	35-45
CaO	10-15	10-30	9-12
MgO	2-4	5-30	1,5-2,0
SiO ₂	6-8	4-6	5-7
Al ₂ O ₃	2-4	1-2	1-2
P	0,2-0,3	0,1-0,2	0,05-0,15
S	0,15-0,20	0,1-0,2	0,2-0,3
Основность	1,4-1,8	2-6	1,5-2,0
Углерод	-	-	5-10

Таблица 3 – Химический состав продуктов разделительной плавки

Состав металла		Состав металла	
Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Fe	93,91	FeO	11,41
Si	0,50	CaO	40,42
Cr	0,18	MgO	8,05
P	0,13	SiO ₂	32,19
S	0,14	Al ₂ O ₃	6,68
C	4,10	S	0,93

Таким образом, по итогу плавки брикетов, изготовленных по технологии ООО «АККЕРМАН ЦЕМЕНТ» можно с большой долей вероятности утверждать о высокой экономической привлекательности использования брикетов в ваграночном процессе. Наличие углерода и равномерное распределение химических компонентов в брикете позволит вести процесс ваграночной плавки чугуна со 100% применением брикетов и обеспечит удельный расход кокса на уровне 200 кг кокса/т чугуна.

Разработка технологии пирометаллургической переработки.

Для получения полупродукта из скраповых брикетов была выбрана современная коксовая вагранка, позволяющая производить восстановительную плавку чугуна из отходов металлургического производства. Вагранка имеет ряд преимуществ по сравнению с другими плавильными агрегатами: простота конструкции и обслуживания; непрерывность процесса плавки и выпуска расплава; экономичность; сравнительно низкие энергетически затраты [15].

Анализ химического состава железистоугольных брикетов показывает их повышенную основность, что может затруднить их

проплавку в вагранке без использования флюсов. Учитывая состав брикетов и шихтовые возможности ООО «АККЕРМАН ЦЕМЕНТ» наиболее рациональным вариантом флюсующей добавки при ваграночной плавке брикетов является использование шамотного боя.

После проведения теоретических расчетов материального и теплового баланса ваграночной плавки были определены оптимальные количества шихтовых материалов для рационального ведения ваграночного процесса с получением полупродукта гарантированного качества и прогнозируемого химического состава. Данные по расходу шихтовых материалов ваграночной плавки приведены в табл. 5. Расчетный химический состав ваграночного чугуна и шлака представлен в табл. 6.

Таблица 5 – Расходы шихтовых материалов ваграночной плавки

Показатель		Расход, кг/т
Шихтовые материалы	ШМБ-9-У	1581,8
	Кокс	200
	Шамотный бой	37,4
Всего вносится шихтой, кг/т		1819,2

Таблица 6 – Химический состав чугуна и шлака

Состав металла		Состав шлака	
Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Fe	93,91	FeO	0,40
Si	0,50	CaO	39,29
Mn	0,64	MgO	6,83
Cr	0,18	SiO ₂	39,29
P	0,13	Al ₂ O ₃	9,99
S	0,14	MnO	1,21
C	4,50	Cr ₂ O ₃	0,19
Итого	100	S	2,8

При проведении ваграночной плавки с расчетным составом шихты формируется легкоплавкий шлак с температурой плавления до 1400°C, что следует из проекции поверхности ликвидус четырехкомпонентной системы CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂, представленной на рис. 1. Возможная область состава

ваграночного шлака указана на диаграмме под номерами 1-3 (с учетом колебания химического состава брикетов и расхода кокса). Выход шлака при проведении ваграночной плавки брикетов составляет 455,8 кг/т чугуна.

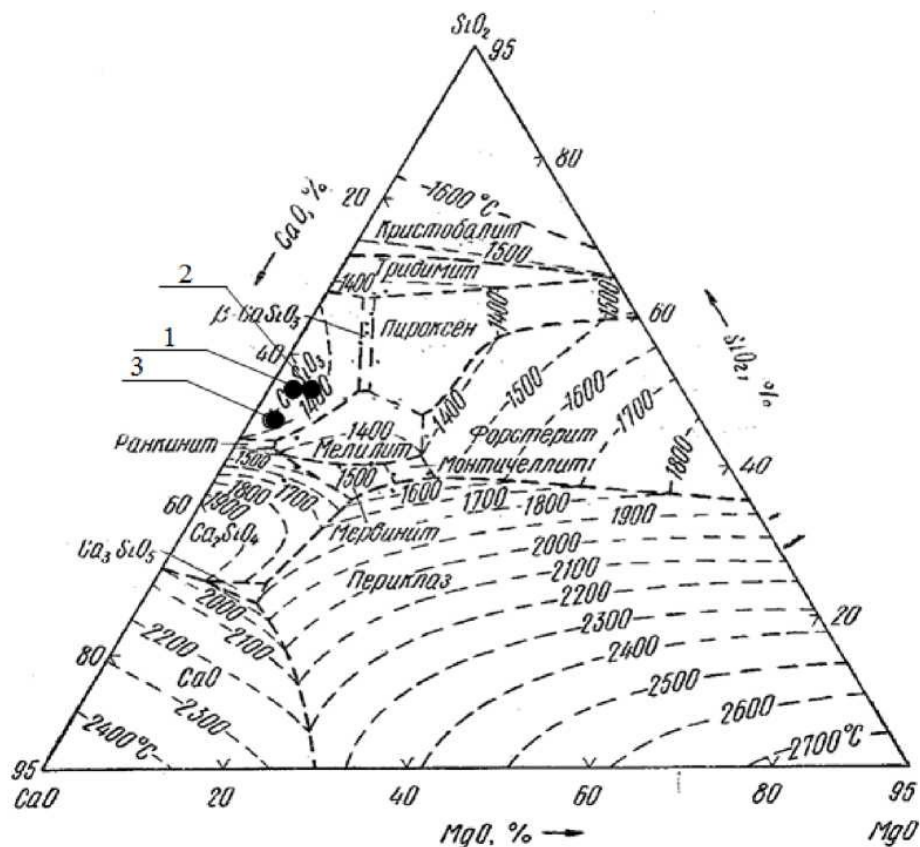


Рис. 1 – Проекция поверхности ликвидус четырехкомпонентной системы CaO- MgO-Al₂O₃-SiO₂ при 10% Al₂O₃

Перспективным направлением применения полученного расплава, является изготовление литых мелющих шаров для размолла железной руды в барабанных мельницах на стадии среднего и мелкого помола [16]. Важно отметить, что чугунные шары могут изготавливаться из любой марки чугуна, что яв-

ляется одним из основных факторов выбора продукции, изготавливаемой из скрапа, имеющего нестабильный химический состав. Базовый химический состав, применяемый для изготовления мелющих шаров представлен в таблице 7.

Таблица 7 - Базовый химический состав чугуна для мелющих шаров [17, 18]

Химический элемент	C	Si	Mn	S	P	Cr
% содержание	3,0-3,4	0,7-1,0	1,6-1,8	До 0,15	До 0,15	0,05-0,2

Из сравнения базового состава чугуна для мелющих шаров (см. табл. 7) с расчетным составом металла после ваграночного переплава (см. табл. 6), получаемый полу-продукт нуждается в доводке по химическому составу. В частности, высокое содержание углерода, и низкое содержание марганца и кремния, а также повышенные содержания серы и фосфора, находящиеся на верхнем пределе. Содержание хрома находится на верхнем пределе марочного интервала, что отлично влияет на износостойкость чугуна [18], повышая эксплуатационные свойства мелющих шаров.

Для корректировки температуры и химического состава расплава предполагается использовать среднечастотную индукционную двух тигельную печь, которая позволит произвести как доводку жидкого чугуна с загрузкой необходимых добавок, так и выдержку готового металла в тигле с отбором отдельных порций. В качестве основного способа производства чугунных мелющих шаров принят способ «отливки в кокиль».

Учитывая вышеизложенное, технологическая цепочка по производству мелющих

шаров из скраповых брикетов в условиях ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ» выглядит следующим образом:

1 этап – получение скраповых брикетов требуемого химического состава на действующем участке брикетирования.

2 этап – проведение восстановительной плавки скраповых брикетов в шахтной вагранке с получением высокоуглеродистого низколегированного полупродукта, химический состав которого представлен в таблице 7.

3 этап - получение чугуна требуемого химического состава в индукционной печи.

4 этап – разливка чугуна в формы на конвейерно-кокильной установке для получения мелющих шаров.

5 этап – финишная обработка готовой продукции и отправка её на склад или потребителю.

Результаты расчета материального баланса индукционной плавки с учетом получения требуемого содержания в чугуне кремния на уровне 0,85 %, марганца 1,7 % и углерода – 3,2 %, сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Результаты расчета индукционной плавки

Компонент	Вносится с компонентом, кг				вносится с шихтой	состав, %
	Чугун	Мет. лом	ФС75	ФМн75		
Fe	639,90	295,40	1,33	2,32	938,95	93,90
Si	3,41	0,75	4,05	0,30	8,50	0,85
Mn	4,37	1,49	0,02	11,12	17,00	1,70
Cr	1,22	0,30	0,00	0,00	1,51	0,15
P	0,89	0,06	0,00	0,05	1,00	0,10
S	0,96	0,06	0,00	0,00	1,03	0,10
C	30,66	0,30	0,00	1,04	32,00	3,20
Расход, кг/т	681,4	298,4	5,4	14,8	1000,0	100,0

Полученный химический состав для литья с учетом доводки имеет содержание серы и фосфора 0,1 %, что находится в допустимых пределах для мелющих шаров.

Проведенные расчеты показали, что для выполнения годовой производственной программы по изготовлению 20 000 т мелющих чугунных шаров необходимо следующее оборудование:

– коксовая вагранка ВМ – 1400, производительностью 5-7,5 т/час, позволяющая производить восстановительную плавку чу-

гуна из отходов металлургического производства;

– индукционная двухтигельная печь тип IFM 8 (16) с ёмкостью тигля 15 т;

– конвейерно-кокильная установка с производительностью 6 т/час.

Введение в действие литейноплавильного участка по производству литых мелющих шаров производительностью 20 000 т/г позволит использовать в полном объеме технологические отходы металлургического производства с получением готовой ликвидной продукции.

Литература

1. Вторичные материальные ресурсы черной металлургии. Справочник в 2-х т. т.2: Шлаки, шламы, отходы обогащения железных и марганцевых руд, отходы коксохимической промышленности, железный купорос / под ред. Смирнова Л.А. – М.: Экономика, 1986. – 344 с.
2. Илларионов И.Е., Стрельников И.А. О применении техногенных отходов в литейном производстве // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2016. Т. 14. № 4. С.36-41.
3. Карпенко Р.А., Карпенко Е.В., Хайдуков В.П., Пономарев В.Н. Ресурсо-экологический подход к рециклингу железосодержащих отходов металлургического предприятия // Наука и производство Урала. 2008. № 4. С. 63-67.
4. Измайлова А.С., Шаповалов А.Н. Технологические возможности сокращения себестоимости продукции металлургических предприятий на современном этапе // Тренды и управление, 2017. № 2. С.132-147.
5. Хансман Т., Фонтана П., Чиапперо А., Бот И., Рот Д.Л. Технология оптимального рециклинга отходов черной металлургии // Черные металлы. 2008. № 10. С. 32-37
6. Проданов С.В., Шумаков Н.С. Экономическая оценка утилизации железосодержащих отходов в агломерационном производстве // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2006. № 5. С. 17-21.
7. Эндеман Г., Люнген Х.Б., Вупперман К.Д. Образование пыли, окалина и шлама и их утилизация на металлургических заводах германии // Черные металлы. 2007. № 2. С. 49-56.
8. Использование гранулированного сырья на основе мелкофракционных отходов в шихте при производстве агломерата / Русских В.П., Семакова В.Б., Шапиро-Никитин Д.Е., Лялюк В.П., Волков В.В. // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2013. № 10 (1366). С. 19-22.
9. Решение экологических проблем при переработке отвальных и текущих шлаков и шламов металлургического производства ПАО "ММК" / Айкашев А.В., Панишев Н.В., Бигеев В.А., Махоткина Е.С. // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки. 2021. № 20. С. 231-237.
10. Измайлова А.С. Анализ отечественного рынка металлургических брикетов // Инновации и инвестиции. 2017. № 12. С. 275-278.
11. Брикетирование как полноправный метод окускования металлургического сырья / В.В. Ожогин, А.А. Томаш, И.А. Ковалевский и др. // Металлургические процессы и оборудование. 2005. №. 2. С. 54 - 58.
12. Гоник И.Л., Новицкий Н.А., Соловьев В.А. Метод холодного брикетирования - современный способ рециклинга металлургических отходов // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2012. № 12 (1356). С. 71-74.
13. Братковский Е.В., Турушева А.И. Оценка металлургических свойств скраповых брикетов ООО «ЮУГПК» // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки, 2020. № 19. С. 35-44.
14. Женин Е.В., Шаповалов А.Н., Куц Д.А. Разработка технологии производства железо-флюсовых брикетов из скрапа ООО «АККЕРМАНН-ЦЕМЕНТ» // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки. 2022. № 21. С. 10-20.
15. Сухарчук Ю.С. Плавка чугуна в вагранках. – М.: Машиностроение, 1989. – 176 с.
16. Кольба А.В., Эртман С.А. Повышение свойств литых мелющих тел из ваграночного чугуна // Литейное производство. 2011. № 4. С. 12-13.
17. Справочник по чугунному литью / под ред. Гиршовича Н.Г. – Л.: Машиностроение, 1978. – 758 с.
18. Щербакова В.М., Удовиков В.И., Бутко Н.И. Износостойкий чугун для мелющих тел. // Литейное производство, 1981. №4. 24 с.

Сведения об авторах

Антропов Роман Игоревич, ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ», 462360, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Запад (5.4 Км Тер.), д. 3Д. 5. E-mail: r.antropov@akkermann.ru

УДК 669.18.046

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ВОДОРОДА В ПРОЦЕССЕ КОВШЕВОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ*

Суббота И.В.

АО «Уральская Сталь», г. Новотроицк

Аннотация. Представлены результаты исследования насыщения стали водородом в процессе ковшевой обработки металла. Установлено, что увеличение содержания водорода на этапе от выпуска плавки до разливки обусловлено переходом водорода в сталь из ферросплавов, преимущественно из силикомарганца. Выявлено количественное влияние расхода вводимых ферросплавов на динамику содержания водорода в стали. Для увеличения стабильности получения массовой доли водорода в стали не более 5 ppm, а также снижения энергоёмкость вакуумирования стали с регламентированным содержанием водорода, необходимо проводить предварительное прокаливание ферросплавов при температуре не ниже 600°C.

Ключевые слова: сталь, содержание водорода, вакуумирование, ферросплавы, прокаливание.

Введение.

В современных условиях конкурентоспособность металлопродукции определяется оптимальным сочетанием её стоимости и эксплуатационных свойств, которые, в том числе, зависят от содержания растворенных газов. Наиболее высокие требования предъявляются по содержанию в стали водорода. Водород ответственен за образование флокенов, которые ведут к образованию трещин в изделиях [1-4]. Повышенное содержание водорода в стали приводит к снижению пластичности и уменьшению ударной вязкости стали [5-7]. Поэтому, в зависимости от марочного сортамента стали и, соответственно, уровня механических свойств, содержание в них водорода строго регламентируется. Так, в условиях электросталеплавильного цеха (ЭСПЦ) АО «Уральская Сталь», технология производства стали без требований к величине массовой доли водорода должна обеспечивать его содержание в металле в промежуточном ковше не более 5,0 ppm. Для легированных марок сталей этот порог находится на уровне 3,0-3,5 ppm в зависимости от толщины листового проката, а для ряда сталей специального назначения доходит до 2 ppm. Вместе с тем, для предотвращения аварийных ситуаций при непрерывной разливке запрещается передавать на МНЛЗ металл с содержанием водорода более 8,0 ppm.

Для удовлетворения требованиям к стали по содержанию водорода в технологии

её производства предусмотрена вакуумная обработка, которая в условиях ЭСПЦ АО «Уральская Сталь» реализуется на установке вакуумирования стали (УВС) камерного типа [8-12]. Действующая в АО «Уральская Сталь» установка вакуумирования стали (УВС) позволяет добиваться глубокого удаления водорода из жидкой стали, однако его снижение ведет к значительному повышению затрат [13-18]. Поэтому в зависимости от марочного сортамента стали, технология её ковшевой обработки может осуществляться как с вакуумированием, так и без обработки на УВС. При этом важно гарантированно обеспечить регламентированный уровень содержания водорода в стали с минимальными издержками на её производство. Поэтому задачей настоящей работы является изучение поведения водорода в стали в процессе её ковшевой обработки.

Исходные данные.

Для решения поставленной в работе задачи был выполнен анализ марочного сортамента производимых сталей и содержания в них водорода за сентябрь 2023 год. В таблице 1 представлен марочный сортament производимых сталей за сентябрь 2023 года. За исследуемый период выплавлено 1159 плавов и получено более 137 тыс. тонн годных заготовок. Наиболее массовыми марками стали являются колесные и осевые стали, а также стали классов прочности K56 и K60 и 10-15XCHД, доля которых превышает 75%.

* работа выполнена под руководством А.Н. Шаповалова, канд. техн. наук, доцента кафедры МТиО, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

Таблица 1 – Марочный сортамент стали ЭСПЦ за сентябрь 2023 года.

Марка	Кол-во плавов		Масса годной НЛЗ	
	шт.	%	тонн	%
Сталь марки 2	252	21,7	29128	21,2
K60	265	22,9	31902	23,3
K56-2	175	15,1	21179	15,4
10XCHД	112	9,7	13392	9,8
Сталь марки Т	90	7,8	10374	7,6
Э76Ф	60	5,2	6699	4,9
Строительные марки	51	4,4	5989	4,4
09Г2С	33	2,8	4010	2,9
13ХФА	30	2,6	3620	2,6
15XCHД	23	2,0	2841	2,1
17Г1С	23	2,0	2732	2,0
Сталь 20	9	0,8	1065	0,8
Ст3сп	8	0,7	940	0,7
Другие	28	2,4	3290	2,4
Всего	1159		137162	

Из представленного марочного сортамента разрешается не производить обработку на УВС металла для МНЛЗ №2 для стали 3сп, стали марки 20, строительных марок (С245, С255, С345), 10-15XCHД, 17Г1С, то есть на 237 плавках, что составляет 19,5% от общего объема производства за исследуемый период. Однако из анализа производственных данных, представленных в табл. 2, следует, что через УВС прошло более 92 % плавов.

Необходимость проведения вакуумирования стали, вероятно, была связана с повышенным содержанием водорода, что подтверждается данными по максимальным значениям содержания водорода в строительных сталях, а также в сталях марок 10-15XCHД. Однако минимальные значения содержания водорода в сталях, для которых обработка на УВС не проводилась во многих случаях ниже допустимых по условиям разлива значений – 8 ppm. Так, в металле из 87 плавов без УВС минимальное содержание водорода составило 5,8 ppm при среднем содержании 7,52 ppm. Это говорит о возможности производства кондиционной по содержанию водорода стали без вакуумирования, то есть о возможности снижения затрат на передел. Однако на ряде плавов содержание водорода превышало 9-10 ppm, что является критичным для разлива и свойств стали. Поэтому для реализации технологии производства стали без обработки на УВС необходимо установить причины повышения содержания водорода в стали в процессе её ковшевой обработки. Это позволит разработать технические и технологические решения, предотвращающие насы-

щение стали водородом при ковшевой обработке.

Анализ причин повышения содержания водорода в стали.

В соответствии с технологией производства стали в ЭСПЦ АО «Уральская Сталь», при производстве сталей без обработки на УВС необходимо руководствоваться следующими положениями:

1. Применять ферросплавы предварительно просушенные в отапливаемых колодцах в коробах объемом 4 м³, в течение не менее 3 часов при температуре 300 °С.

2. При наведении шлака на установке «ковш-печь» (УКП) присаживать только свежееобожженную известь (со сроком хранения после обжига не более 24 часов).

3. Для минимизации присадок на УКП коксовой мелочи и порошковой проволоки с углеродом максимально использовать ферромарганец ФМн78, феррохром ФХ800-950.

4. Присадку ферросплавов, шлакообразующих материалов, коксовой мелочи на УКП во время дугового подогрева металла не производить. Присадку начинать через 2-3 мин после окончания нагрева.

Вместе с тем, несмотря на указанные технологические рекомендации на ряде плавов стали без УВС наблюдаются выпадения по содержанию водорода более 8 ppm. Возможными причинами подобных выпадений является насыщение стали водородом в процессе ковшевой обработки из ферросплавов, флюсов и углеродсодержащих материалов. Для выявления истинных причин повышения содержания водорода в стали в процессе её ковшевой обработки проведен анализ произ-

водственных данных по выплавке стали без вакуумирования за сентябрь 2023 год. За указанный период без УВС выплавлено 85 пла-

вок – 54 стали 10-15ХСНД и 31 плавка строительных марок сталей.

Таблица 2 – Технология обработки и содержание водорода в стали

Марка стали	Обработка на УВС		допустимо без УВС, шт.	Содержание водорода, ppm	
	шт.	%		диапазон	среднее
2	252	100,0	0	0,70-2,00	1,46
K60	262	98,9	0	1,10-8,7	3,07
K56-2	175	100,0	0	2,00-4,70	2,96
10ХСНД	73	65,2	112	2,20-8,80	4,76
T	90	100,0	0	1,00-1,90	1,46
Э76Ф	60	100,0	0	1,00-2,00	1,43
строительные марки	23	45,1	51	2,20-10,40	5,92
09Г2С	33	100,0	0	2,10-4,00	2,91
13ХФА	30	100,0	0	1,00-3,10	1,74
15ХСНД	8	34,8	23	2,40-8,00	5,96
17Г1С	23	100,0	23	2,10-3,90	3,13
20	9	100,0	20	2,00-4,10	3,04
Ст3сп	8	100,0	8	3,00-4,70	3,41
другие	28	100,0	0	1,30-3,50	2,77
Всего	1074	92,67	237	1,72-4,99	3,14

Анализ химического состава проб металла в процессе его ковшевой обработки показал значительный прирост уровня содержания водорода в стали:

- для стали марки 10-15ХСНД уровень содержания водорода с 6,13 ppm (по усредненным данным) в первой пробе на УВП, повышается до 7,21 ppm в последней пробе и достигает 7,46 ppm в маркировочной пробе, которую отбирают из промежуточного ковша в середине разливки плавки;

- для строительных марок стали также наблюдается положительная динамика – 5,71

ppm в первой пробе на УВП, 6,97 ppm в последней пробе на УВП и 7,64 ppm в маркировочной пробе.

Увеличение содержание водорода на этапе от выпуска плавки до завершения обработки стали на УВП обусловлено переходом водорода в сталь из ферросплавов и флюсов. Данная гипотеза подтверждается линейной зависимостью между содержанием водорода в маркировочной пробе и суммарным расходом ферросплавов, представленная на рис. 1.

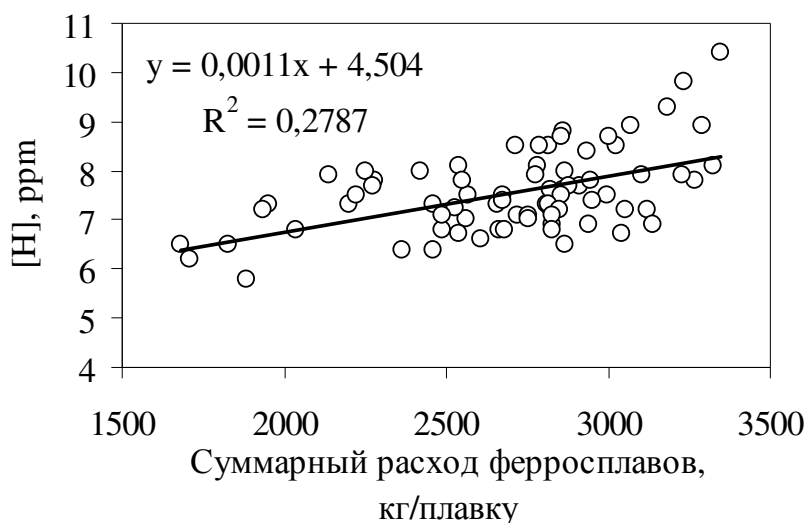
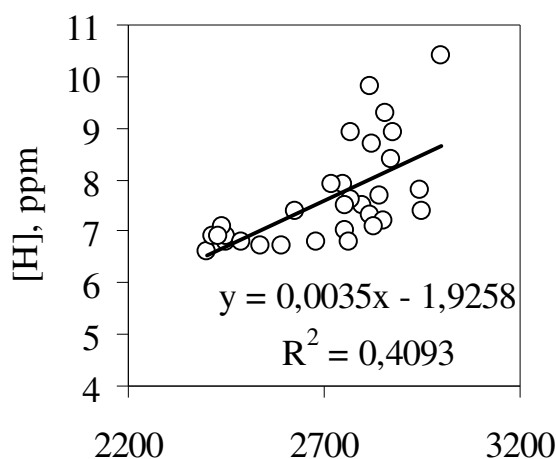


Рис. 1 – Влияние суммарного расхода ферросплавов на содержание водорода в маркировочной пробе для сталей марок 10-15ХСНД и С345-С355 (без УВС)

Из представленных на рис.1 данных следует, что увеличение расхода ферросплавов на каждый 100 кг способствует увеличению содержания фосфора в маркировочной пробе на 0,11 ppm. Это подтверждает негативное влияние ферросплавов на содержание водорода и свидетельствует о неэффективно-

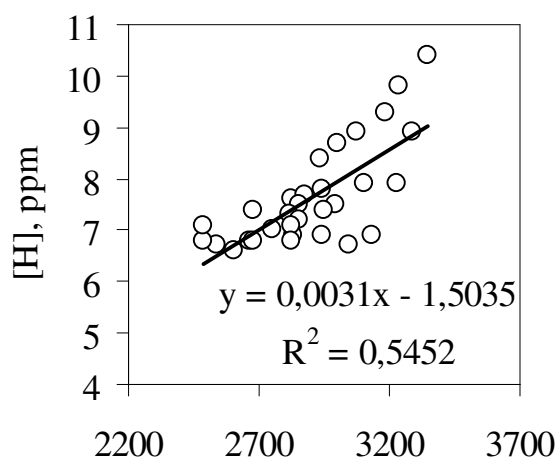
сти применяемой технологии сушки ферросплавов.

Еще более явная зависимость прослеживается при анализе влияния расхода ферросплавов на отдельные марки стали (см. рис. 2 и 3.).



Расход СМн, кг/плавку

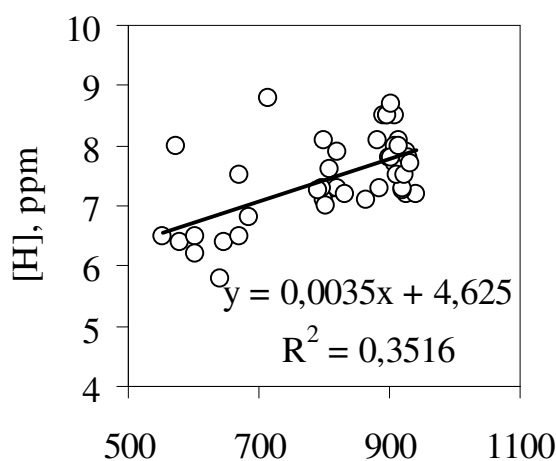
А)



Сумма ферроспл., кг/плавку

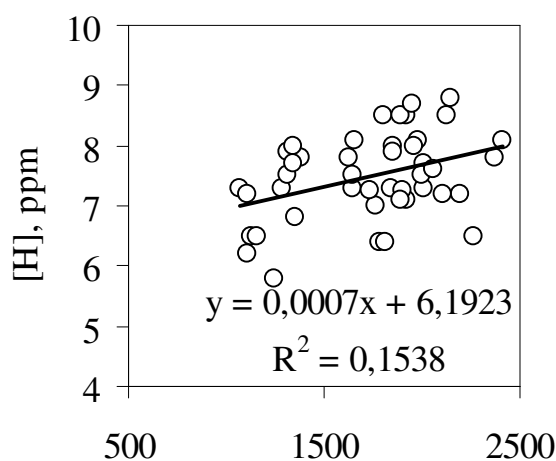
Б)

Рис. 2 – Влияние расхода силикомарганца (СМн) и суммарного расхода ферросплавов на содержание водорода в маркировочной пробе для сталей С345-С355 (без УВС)



Расход СМн, кг/плавку

А)



Расход ФС, кг/плавку

Б)

Рис. 3 – Влияние расхода силикомарганца (СМн) и ферросилиция (ФС) на содержание водорода в маркировочной пробе для сталей 10-15 ХСНД (без УВС)

Так, увеличение расхода силикомарганца на каждые 100 кг способствует повышению содержания водорода в маркировочной пробе на 0,35 ppm (см. рис. 2 и 3). Причем это влияние с высокой степенью достоверности характерно как для строительных

марок стали (см. рис. 2 а), так и для стали 10-15ХСНД (рис. 3а). Это подтверждает повышенное содержание водорода в ферросилиции и позволяет сделать вывод о необходимости его прокаливания перед отдачей в ковш для удаления гидратной влаги. С уче-

том влияния ферросилиция на содержание водорода, его содержание в ферросилиции составляет 0,35 ppm.

Менее значимое влияние на повышенное содержание водорода в стали оказывает ферросилиций (см. рис. 3б). Увеличение его расхода на 100 кг способствует повышению

уровня водорода в маркировочной пробе на 0,07 ppm.

Что касается влияния извести на содержание водорода в стали, то, как следует из рис. 4, оно практически отсутствует, что свидетельствует о соблюдении технологии и применении свежесожженной извести.

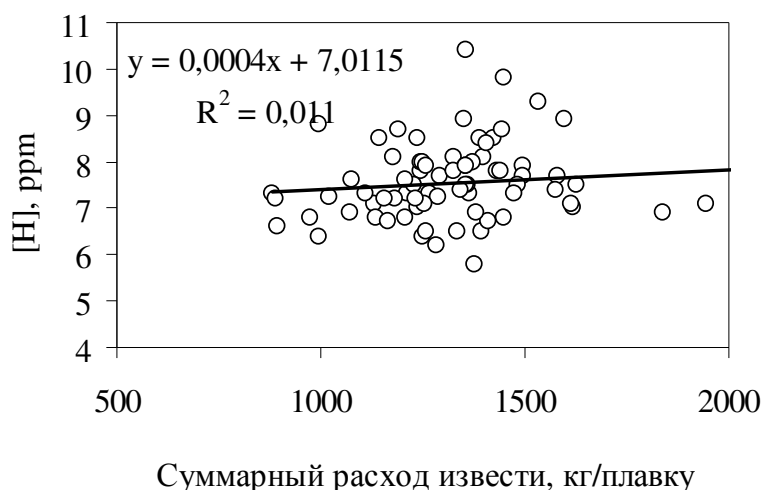


Рис. 4 – Влияние суммарного расхода извести на содержание водорода в маркировочной пробе для сталей марок 10-15ХСНД и С345-С355 (без УВС)

Существенное повышение содержание водорода в металле при введении в сталь ферросплавов объясняется тем, что помимо гигроскопической влаги, в ферросплавах присутствует водород в виде гидратов и гидридов. Так в атмосферных условиях кремний ферросплавов способен образовывать прочные гидриды типа SiH_4 , а марганец образует с гидратные соединения типа $\text{Mn}(\text{OH})_2$. Эти водородсодержащие соединения при нагреве до высокой температуры (в ковше) легко разлагаются с выделением водорода. Так, моносилан начинает разлагаться выше 400 °С. Реакция термического разложения гидроксида марганца(II) с образованием оксида марганца(II) и воды. Реакция протекает при температуре 220-600 °С.

Таким образом, введение ферросплавов в сталь на этапе ковшевой обработке способствует значительному приросту содержания водорода. Это свидетельствует о неэффективности применяемой технологии сушки ферросплавов и необходимости их прокаливания при температуре не ниже 600 °С. Особенно значительный прирост содержания водорода отмечен при использовании силикомарганца - 0,35 ppm на каждые 100 кг. С учетом расхода силикомарганца для различных марок стали от 500 до 3000 кг, в результате его предварительного прокаливания возможно снижение содержания водорода в марки-

ровочной пробе от 1,75-2,0 ppm при минимальном расходе, до 3-4 ppm при максимальном расходе. При среднем уровне содержания водорода в рассматриваемых марках стали на уровне 7,5 ppm, в результате реализации данного мероприятия возможно достижение содержания водорода в маркировочной пробе на уровне 3,5-5,5 ppm.

Другим мероприятием, позволяющим минимизировать поступление водорода в сталь, является строгий контроль за герметичностью шлаковой смеси, используемой для наведения шлака в промковше и кристаллизаторе.

Заключение.

Таким образом, увеличению массовой доли водорода в стали при ковшевой обработки способствует переход водорода из ферросплавов, преимущественно из силикомарганца.

Для увеличения стабильности получения массовой доли водорода в стали не более 8,0 ppm, а также снижения энергоемкость вакуумирования стали с регламентированным содержанием водорода, необходимо проводить предварительное прокаливание ферросплавов для удаления влаги.

Организация прокаливания ферросплавов при температуре 800 °С позволит гарантированно обеспечить содержание водорода в маркировочной пробе на уровне 4,5-5,0

ррт, чего более чем достаточно для сталей без требований по водороду. Использование же прокаленных ферросплавов для производства сталей с регламентированным содержанием водорода позволит сократить затраты на вакуумирование в результате уменьшения продолжительности обработки при глубоком вакууме и снижения запаса тепла на эту операцию.

Литература

1. Поволоцкий Д.Я. Водород и флокены в стали. – М.: Metallurgizdat, 1959. – 183 с.
2. Морозов А.Н. Водород и азот в стали. – М.: Metallurgiya, 1968. – 284 с.
3. Попель С.И., Сотников А.И., Бороненков В.Н. Теория металлургических процессов. – М.: Metallurgiya, 1986. – 464 с.
4. Лузган В. П., Явойский В. И. Газы в стали и качество металла. – М.: Metallurgiya, 1983. – 230 с.
5. Шаповалов В.И., Трофименко В.В. Флокены и контроль водорода в стали. – М.: Metallurgiya, 1987. – 160 с.
6. Горбатенко В.П., Новоселова Т.В. Материаловедение: Учебник для технологических и механических специальностей высших учебных заведений. – Невинномысск: ЭльДирект, 2018. – 324 с.
7. Шевченко Е.А., Столяров А.М., Шаповалов А.Н. Изучение влияния химического состава и температуры на механические свойства непрерывнолитой стали // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования, 2014. Т.1. С.205-209.
8. Шаповалов А.Н., Тутарова В.Д., Калитаев А.Н. Совершенствование технологии вакуумирования осевых марок сталей в условиях ЭСПЦ ОАО «Уральская Сталь» // Литейные процессы, 2013. Вып.12. С. 93-103.
9. Тутарова В.Д., Шаповалов А.Н., Калитаев А.Н. Закономерности удаления водорода на установке вакуумирования стали камерного типа // Известия вузов. Черная металлургия. 2017. Том 60. №3. С.192-199.
10. Тутарова В.Д., Шаповалов А.Н., Потапова М.В., Калитаев А.Н., Куц Н.А. Повышение эффективности удаления азота при вакуумировании стали в условиях АО «Уральская Сталь» // Технологии металлургии, машиностроения и материалообработки. 2019. № 18. С. 4-14.
11. Smirnova E.A., Eliseeva I.A., Shapovalov A.N. (2021). The Degassing Laws for Railway Wheel Steel in a Vacuum Tank Degasser. Defect and Diffusion Forum, 410, 269-274.
12. Шаповалов А.Н., Нефедьев С.П., Платов С.И., Харченко М.В. Совершенствование технологии вакуумной обработки колесной стали // Черные металлы, 2021. №12(1080). С.30-36.
13. Кнюппель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали. М.: Metallurgiya. 1984. – 416 с.
14. Шаповалов А.Н., Шевченко Е.А., Басков С.Н. Совершенствование технологии предварительного раскисления стали в условиях АО «Уральская Сталь» // Черные металлы, 2019. №8(1052). С.10-16.
15. Технологические аспекты удаления водорода с использованием установки ковшевого вакуумирования стали / Зинченко С.Д., Филатов М.В., Ефимов С.В., Дуб А.В., Гошкадера С.В. // Metallurg, 2004. № 11. С. 41-42.
16. Бургман В., Давене Ж. Структура затрат на вакуумирование стали с учетом обработки в агрегате ковш-печь // Черные металлы, 2012. № 11. С. 41-49.
17. Шаповалов А.Н. Разработка сквозной технологии производства стали заданного качества в условиях ОАО «Уральская Сталь» // Metallurg, 2012. №2. С.41-43.
18. Измайлова А.С., Шаповалов А.Н. Технологические возможности сокращения себестоимости продукции металлургических предприятий на современном этапе // Тренды и управление, 2017. № 2. С.132-147.

Сведения об авторах

Суббота Игорь Викторович, АО «Уральская Сталь», 462353, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Заводская, д. 1. E-mail: goga.subbota82@mail.ru.

УДК 669.18

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ШЛАКООБРАЗОВАНИЯ*

Тукешов А.У.

ПАО «ГМК «Норильский никель», г. Норильск

Аннотация. Для скоротечных современных сталеплавильных процессов особую важность приобретает задача быстрого формирования жидкоподвижного высокоосновного шлака. На основе анализа производственных данных, а также расчетов материального баланса выплавки стали в ГМП, предложен оптимальный состав комплексного ферритного флюса (КФФ), а также компонентный состав шихты для его производства, включающий в себя известняк, доломит и смесь железосодержащих отходов (колошниковая пыль, шламы и мелочь окатышей). Применение данного флюса позволит улучшить технологические параметры выплавки стали в ГМП с улучшением качества получаемого стального полупродукта.

Ключевые слова: стальной полупродукт, шлакообразование, удаление фосфора, основность шлака, окисленность шлака, комплексный ферритный флюс.

Введение.

Выплавку стального полупродукта в условиях электросталеплавильного производства АО «Уральская Сталь» осуществляют в так называемых гибких модульных печах (ГМП), позволяющих работать как в режиме с использованием электрической энергии, так и в режиме конвертерной плавки, то есть без использования электроэнергии [1-3].

Вследствие скоротечности современных сталеплавильных процессов особую важность приобретает задача быстрого формирования жидкоподвижного высокооснов-

ного шлака, способного решать задачу удаления фосфора [4-6]. Поэтому целью работы является повышение эффективности выплавки стального полупродукта в ГМП в результате разработки мероприятий по оптимизации шлакового режима плавки.

Исходные данные. Для решения поставленной задачи был выполнен анализ производственных данных о работе ГМП. Усредненные показатели производства стального полупродукта в различных режимах ведения плавки сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Показатели работы ГМП

Параметр		Режим работы			
		ДСП		ГМП	
		Интервал	Среднее	Интервал	Среднее
Длительность плавки, мин		34–98	61	54–99	78
Жидкий чугун, т		20–103	66	113–164	133
Расход кислорода, тыс. м ³		3,68-12,28	6,37	7,52-12,78	9,59
Расход извести, т		1,98-9,92	5,6	4,1-9,6	6,5
Расход доломита, т		0,91-3,99	2,45	1,0-4,7	2,9
Состав шлака, %	CaO	26–49	39	25–51	40
	SiO ₂	7–26	13	8–30	14
	MgO	3–14	6	3–12	5
Основность шлака, ед.		2,2–4,0	3,00	2,1–3,8	2,86
Состав полу-продукта, %	C	0,02-0,15	0,05	0,01-0,16	0,04
	P	0,002-0,015	0,0045	0,003-0,016	0,007

* работа выполнена под руководством А.Н. Шаповалова, канд. техн. наук, доцента кафедры МТиО, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

Результаты и их обсуждение. Из анализа производственных данных следует, что в режиме работы ДСП соотношение чугуна и металлического лома в составе шихты варьируется в очень широких пределах. Это приводит к широкому диапазону расхода кислорода для окислительного рафинирования и флюсов для формирования шлака. При ведении плавки в режиме ГМП основным компонентом металлошихты является жидкий чугун, а окисленные окатыши используются в качестве основного охладителя плавки. При этом, в режиме ГМП также отмечается большая вариация по расходу кислорода, флюсов и, как следствие, по составу шлака и результатов дефосфорации металла.

Режим работы сталеплавильного агрегата влияет и на шлаковый режим плавки, что также напрямую связано с составом шихты и количеством окисляющихся примесей, оксиды которых переходят в шлак. Так, в режиме работы ГМП с повышенной долей чугуна, неизбежно образование повышенного содержания кремнезема от окисления кремния чугуна, что требует повышения расхода флюсов (извести и доломита) для формирования высокоосновного и жидкоподвижного шлака, способного обеспечить дефосфорацию металла (см. рис. 1).

При этом, несмотря на более высокие расходы извести и доломита при работе печи в режиме ГМП с высокой долей чугуна, основность шлака и содержание в нем MgO несколько ниже, чем при работе печи в режиме ДСП, что отражено на диаграмме, представленной на рис. 2.

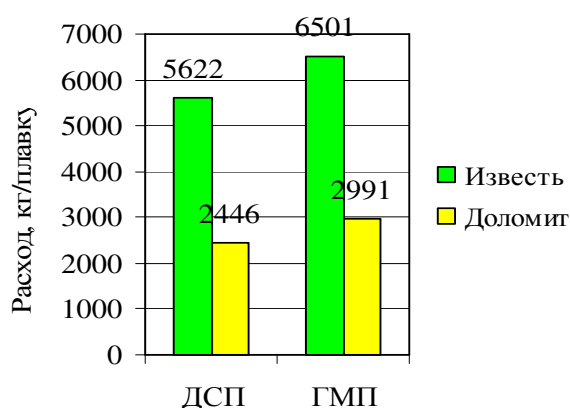


Рис. 1 – Расход извести и доломита в режимах ДСП и ГМП

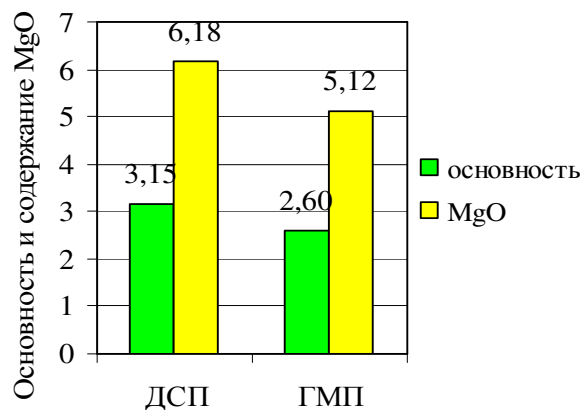


Рис. 2 – Основность шлака и содержание в нем MgO в режимах ДСП и ГМП

Используемая технология формирования шлака отражается на его составе. Даже при более высоком расходе извести и доломита в режиме ГМП, основность шлака и содержание в нем MgO ниже, чем в режиме ДСП. Это говорит о том, что повышенный расход флюсов не компенсирует дополнительное поступление кремнезема от окисления кремния чугуна, что отражается на условиях и результатах дефосфорации металла.

Меньший уровень основности шлака и пониженное содержание MgO при стабильных параметрах окисленности шлака ($\text{FeO} = 20\text{--}25\%$) и температурных условиях окончания плавки (температура на выпуске в среднем 1660°C), являются причинами ухудшения результатов дефосфорации, что отражается на более высоком содержании фосфора в стальном полупродукте. Так, при ведении плавки в режиме ГМП содержание фосфора в печной пробе в среднем составляет $0,0068\%$, а в режиме ДСП – $0,0045\%$. Влияние основности шлака на содержание фосфора в печной пробе проиллюстрировано графиком на рис. 3.

Из представленных на рис. 3 данных следует, что снижение основности шлака на каждую единицу приводит к увеличению содержания фосфора в шлаке на $0,003\%$. С учетом того, что основность шлака в режиме ГМП меньше основности шлака в режиме ДСП на $0,55$ ед., а разница в содержании фосфора составляет $0,0023\%$, то меньшая основность шлака не является основной причиной повышенного содержания фосфора в металле в режиме ГМП.

Другой, не менее важной причиной повышенного содержания фосфора в металле в режиме ГМП является более высокий расход чугуна, являющегося основным поставщиком

фосфора в металл. Так, каждые 10 тонн чугуна в шихте повышают содержание фосфора на 0,001 %, что наглядно представлено на рис. 4.

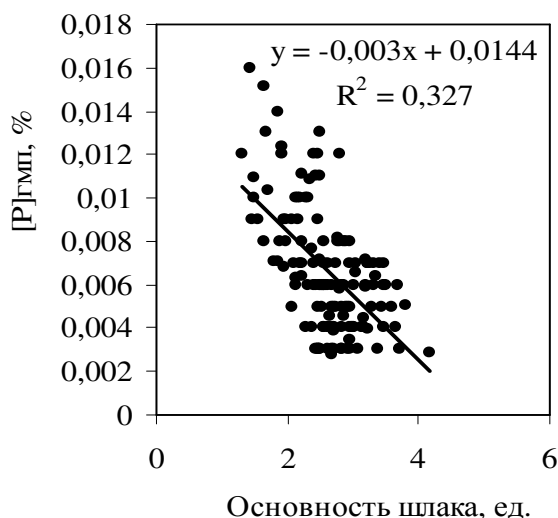


Рис. 3 – Влияние основности шлака на содержание фосфора в печной пробе

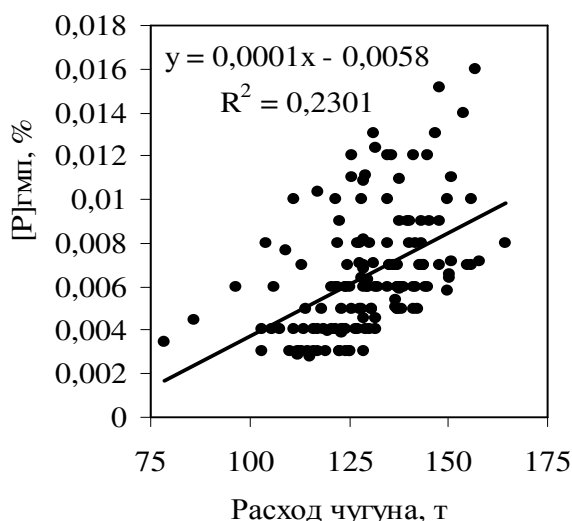


Рис. 4 – Влияние расхода чугуна на содержание фосфора в печной пробе

Таким образом, из-за скоротечности плавки и невозможности многократного обновления печного шлака осложняются условия удаления фосфора, что особенно актуально для ведения плавки в режиме ГМП с высокой долей чугуна в шихте и повышенным поступлением фосфора в печь. Поэтому на практике для успешной дефосфорации вынуждены переокислять металл для повышения окисленности шлака, а также использовать охлаждающие добавки (окатыши, известь и др.). Побочными последствиями такой технологии является перерасход кислорода [7-10], снижение выхода годного и повы-

шенный угар ферросплавов при раскислении [4, 5, 11, 12], ухудшение условий службы футеровки [4, 5, 13-15], необходимость последующего науглероживания стали, а также повышенная загрязненность металла нематаллическими включениями [11, 12],

Одним из наиболее перспективных вариантов ускорения шлакообразования является использование комплексных флюсов, получаемых обжигом флюсовых и железосодержащих материалов [16]. В результате такого совместного обжига взамен чистых оксидов образуются легкоплавкие ферриты кальция и магния, что существенно ускоряет шлакообразование при их попадании в сталеплавильный агрегат. Наиболее легкоплавкими ферритами кальция являются ферриты типа $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ и $\text{CaO} \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$, температура плавления которых в соответствии с диаграммой состояния (рис. 5) составляет порядка 1205-1220 °С.

Помимо источника основных оксидов такой комплексный флюс является и источником оксидов железа, что способствует разжижению шлака и снижению расхода кислорода на плавку.

Таким образом, комплексный флюс на основе ферритов кальция и магния обеспечивает как снижение расхода кислорода и твердых окислителей (окатышей), так и раннее формирование высокоосновного и высокоокисленного шлака, то есть улучшение условий и результатов удаления фосфора. Последнее дает возможность минимизировать переокисления плавки и связанные с этим негативные последствия.

Для оценки перспектив использования комплексного флюса в условиях АО «Уральская Сталь» разработана технология его производства путем совместного обжига кальций- и магнийсодержащих флюсов и смеси железосодержащих отходов во вращающейся печи. В качестве кальцийсодержащего флюса использовали известняк Аккермановского месторождения. Из всего разнообразия магнийсодержащих материалов [17-20] в расчете производства комплексного флюса был принят доломит Саткинского месторождения. В качестве источника оксидов железа было принято решение использовать отходы металлургического производства (колошниковую пыль или шламы). Последнее также позволяет успешно решать проблему утилизации металлургических отходов [21-25]. Химический состав шихтовых материалов для получения комплексного ферритного флюса (КФФ) представлен в табл. 2. Результаты расчета

материального баланса процесса получения КФФ во вращающейся обжиговой печи пред-

ставлены в табл. 3.

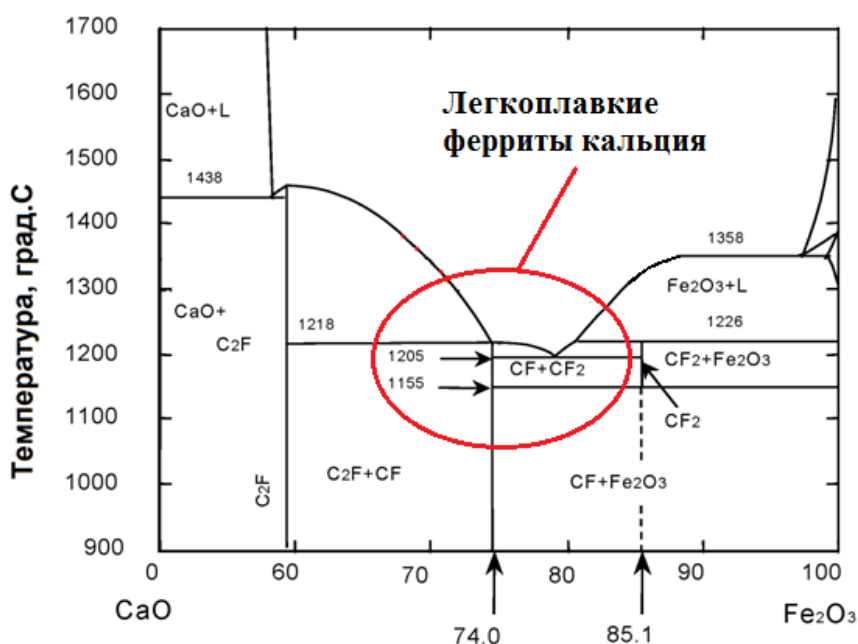


Рис. 5 – Диаграмма состояния CaO – Fe₂O₃

Таблица 2 – Химический состав шихтовых материалов для получения КФФ

Компонент	Содержание компонентов по видам отходов, %				
	Шлам УОШ	Колошн. пыль	Мелочь окатышей	Известняк	Доломит
Fe _{общ}	52,8	45,6	60,32	1,67	1,56
FeO	11,3	9,2	1,25	-	-
CaO	7,95	7,78	4,27	52,66	31,5
MgO	1,79	1,7	0,44	0,43	21,2
SiO ₂	6,15	6,2	8,65	1,81	1,31
Al ₂ O ₃	0,88	1,1	0,31	0,76	1,35
P ₂ O ₅	0,16	0,07	0,03	0,06	0,02
SO ₃	0,26	0,3	0,02	0,02	0,02
ппп	8,4	18,5	-	41,92	42,5

Таблица 3 - Материальный баланс процесса получения КФФ во вращающейся обжиговой печи

Компонент	Вносятся компонентами шихты, кг			Вносятся шихтой, кг	Переходит в состав КФФ, кг	Состав КФФ, %
	Fe сод. отходов	Известняк	Доломит			
Fe _{общ}	314,77	6,62	6,17	327,56	327,56	32,76
FeO	43,13	0,00	0,00	43,13	43,13	4,31
Fe ₂ O ₃	402,16	8,52	7,93	418,61	418,61	41,86
CaO	39,66	208,85	124,93	373,45	373,45	37,34
MgO	7,79	1,71	84,08	93,58	93,58	9,36
SiO ₂	41,65	7,18	5,20	54,02	54,02	5,40
Al ₂ O ₃	4,54	3,01	5,35	12,91	12,91	1,29
P ₂ O ₅	0,52	0,24	0,08	0,83	0,83	0,08
SO ₃	1,15	0,08	0,08	1,31	1,31	0,13
ппп	53,35	166,26	168,56	388,17		
Расход, кг/т	595,0	396,6	396,6	1388,2	1000,0	100,0

В результате обеспечивается получение КФФ, содержащего 37,34 % CaO, 9,36 % MgO и 46,17 % оксидов железа.

Для оценки влияния использования комплексного флюса для выплавки стального

полупродукта выполнен расчет материального и теплового баланса плавки стали в режиме ГМП, результаты которого представлены в табл. 4

Таблица 4 – Сравнительные показатели плавки в режиме ГМП

Показатель	Стандартная технология	С использованием КФФ
Расход чугуна на плавку, тонн	133,30	132,98
Выход годного, %	91,45	91,95
Выход шлака, т на плавку	16,54	15,15
Энергоемкость плавки, ГДж/т	2,46	2,40
Расход окатышей, кг/т	49,22	22,19
Расход извести, кг/т	44,84	36,17
Расход доломита, кг/т	23,79	0
Расход КФФ, кг/т	0	45
Расход кислорода, м3/т	78,6	75,0
Содержание фосфора в стали, %	0,008	0,006

Результаты расчета материального и теплового балансов выплавки стального полупродукта в ГМП показывают существенное улучшение всех показателей плавки при замене доломита на комплексный ферритный флюс, а также снижение содержания фосфора в стальном полупродукте. Помимо этого решается задача утилизации образующихся отходов металлургического производства.

Таким образом, применение комплексного ферритокальциевого флюса, выполняющего функции окислителя и шлакообразующего, позволяет существенно повысить показатели плавки, как по выходу годного и производительности, так и по результатам удаления фосфора и расходу кислорода.

Литература

- Искаков И.Ф., Валиахметов А.Х., Кузнецов М.С., Проскуровский Д.А., Шепелев Д.А. Особенности технологии выплавки стали в 120-тонных гибких модульных печах АО «Уральская Сталь». // Теория и технология металлургического производства. 2021. №2 (37). С. 19-23.
- Егорова А.Н. Выплавка стали в гибкой модульной печи // Наука и производство Урала, 2020. № 16. С. 27-29.
- Кузнецов М.С., Гареев Р.Р., Михеев А.Е. Пути повышения стойкости футеровки рабочего слоя металлургических агрегатов электросталеплавильного производства АО «Уральская Сталь». // Теория и

- технология металлургического производства. 2021. № 2 (37). С. 7-10.
- Бигеев А.М., Бигеев В.А. Металлургия стали. – Магнитогорск: МГТУ, 2000. – 542 с.
- Кудрин В.А., Шишимиров В.А. Технологические процессы производства стали. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 302 с.
- Балакина И.В. Совершенствование технологии дефосфорации стального полупродукта в гибкой модульной печи // Наука и производство Урала, 2024. № 20. С. 10-13.
- Лопухов Г.А. Применение кислорода в дуговых сталеплавильных печах // Электрометаллургия. 2005. № 3. С. 2-26.
- Женин Е.В., Шаповалов А.Н. Повышение эффективности использования жидкого чугуна при выплавке стали // Теория и технология металлургического производства. 2022. № 4 (43). С. 27-30.
- Шишимиров М.В., Сосонкин О.М. Ресурсосбережение и резервы повышения эффективности выплавки стали в ДСП // Вестник Южно-Уральского государственного университета. 2015. Т.15. № 3. С.70-79.
- Разработка технологии выплавки стали в электропечах с повышенным расходом жидкого чугуна / Л.А. Годик, Н.А.Козырев, П.А.Шабанов и др. // Сталь. 2009. № 5. С. 30-33.
- Шаповалов А.Н., Голубцов В.А., Бакин И.В., Рябчиков И.В. Применение комплексных модификаторов для снижения

- загрязнённости стали коррозионно-активными неметаллическими включениями // Черные металлы, 2020. №6(1062). С.4-10.
12. Куницын Г.А., Кузнецов М.С., Шаповалов А.Н., Бакин И.В. Применение комплексных модификаторов при производстве стали с повышенными требованиями по неметаллическим включениям // Черные металлы, 2022. №5(1085). С.9-15.
13. Глынина А.В., Шаповалов А.Н. Оптимизация технологии выплавки стали в условиях ЭСПЦ ОАО «Уральская Сталь» // Наука и производство Урала, 2010. №6. С.43-48.
14. Шевченко Е.А., Шаповалов А.Н., Братковский Е.В. Повышение стойкости футеровки дуговых сталеплавильных печей путем совершенствования шлакового режима с применением магний содержащих материалов // Черные металлы, 2018. №9(1041). С.16–21.
15. Шевченко Е.А., Шаповалов А.Н., Дёма Р.Р., Колодин А.В. Влияние технологических параметров плавки на стойкость футеровки дуговой сталеплавильной печи в условиях АО «Уральская Сталь» // Новые огнеупоры, 2019. №7. С.3-7.
16. Пат. №2087557 Российская Федерация. Ферритно-кальциевый комплексный флюс и шихта для его получения / Хайдуков В.П., Бабаев Э.Д., Бабаев М.Д.; опубл. 20.08.97, Бюл. N23.
17. Быков М.С., Долинский В.А., Пермьяков А.А. Влияние носителя магнезии на минеральный состав агломерата // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия, 1972. № 10. С. 44-46.
18. Юсфин Ю.С., Шаталов М.Н. Спекание железорудного концентрата с добавками магнийсодержащих соединений // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия, 1974. № 9. С. 19-21.
19. Шаповалов А.Н., Заводяный А.В., Братковский Е.В. Применение серпентинитомангнетитов Халиловского месторождения в агломерационном производстве // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия, 2011. № 3. С. 25-29.
20. Овчинникова Е.В., Горбунов В.Б., Шаповалов А.Н. К вопросу о влиянии вида магнийсодержащих материалов на микроструктуру и свойства готового агломерата // Теория и технология металлургического производства, 2019. № 1 (28). С. 18-23.
21. Черепанов К.А., Черныш Г.И., Динельт В.М., Сухарев Ю.И. Утилизация вторичных материальных ресурсов в металлургии. – М.: Металлургия, 1994. – 224 с.
22. Комплексное устойчивое управление отходами. Металлургическая промышленность: учебное пособие / Н.В. Немчинова, Л.В. Шумилова, С.П. Салхофер, К.К. Размахнин, О.А. Чернова. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. – 494 с.
23. Карпенко Р.А., Карпенко Е.В., Хайдуков В.П., Пономарев В.Н. Ресурсо-экологический подход к рециклингу железосодержащих отходов металлургического предприятия // Наука и производство Урала. 2008. № 4. С. 63-67.
24. Измайлова А.С., Шаповалов А.Н. Технологические возможности сокращения себестоимости продукции металлургических предприятий на современном этапе // Тренды и управление, 2017. № 2. С.132-147.
25. Хансман Т., Фонтана П., ЧиAPPERO А., Бот И., Рот Д.Л. Технология оптимального рециклинга отходов черной металлургии // Черные металлы. 2008. № 10. С. 32-37.

Сведения об авторах

Тукешов Арман Утебаевич, ПАО «ГМК «Норильский никель», г. Норильск. E-mail: arman.tukeshov@inbox.ru.

УДК 669.18

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕЖПЛАВОЧНЫХ ПРОСТОЕВ НА УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ*

Филиппов Е.И.

ООО «Оренбургский радиатор», г. Оренбург

Аннотация. Представлены результаты анализа влияния продолжительности межплавочных простоев на условия эксплуатации и показатели выплавки стали на примере гибких модульных печей АО «Уральская Сталь». Показано, что увеличение продолжительности межплавочных простоев не только способствует снижению стойкости футеровки печи, но и приводит к ухудшению теплового баланса плавки и повышению расхода электроэнергии, а также активизирует азотирование стали, то есть оказывает негативное влияние на качество металла.

Ключевые слова: межплавочные простои, стойкость футеровки, продолжительность плавки, расход электрической энергии, азотирование стали.

Введение.

Эффективность работы сталеплавильных агрегатов определяется большим количеством факторов. При этом заложенные в конструкции агрегата технологические возможности зачастую полноценно не реализуются из-за межплавочных простоев, возникающих вследствие выхода из строя основного и вспомогательного оборудования, или проблем с обеспечением производства. Вне зависимости от причин, межплавочные простои сталеплавильного агрегата не только нарушают ритмичность производства, но и пагубно влияют на эксплуатационные характеристики, показатели выплавки и качество стального полупродукта [1-3]. Так, увеличение продолжительности межплавочных простоев способствует снижению стойкости огнеупорной футеровки вследствие увеличения термических напряжений [4-6]. Кроме того, межплавочные простои сталеплавильного агрегата приводят к снижению производи-

тельности, увеличению потерь тепла и ухудшению показателей тепловой работы [1-3, 7-9]. Повышение длительности простоев, и, как следствие, удлинение плавки, может стать причиной дополнительного азотирования металла. Отмеченные последствия простоев имеют различное проявление в зависимости от условий эксплуатации сталеплавильного агрегата. Поэтому целью настоящей работы стало исследование влияния простоев на условия эксплуатации и показатели работы гибких модульных печей (ГМП), эксплуатируемых с 2019 года в электросталеплавильном цехе АО «Уральская Сталь» [10].

Исходные данные. Для реализации цели исследования был выполнен анализ производственных данных о работе ГМП в различных режимах ведения плавки – в режиме дуговой сталеплавильной печи (ДСП) и в режиме кислородно-конвертерной плавки (ККП), которые сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Показатели работы ГМП

Параметр	Режим работы			
	ДСП		ККП	
	Интервал	Среднее	Интервал	Среднее
Время плавки, мин	34–98	61	54–99	78
Простои, мин	0–45	12	0–48	14
Жидкий чугун, т	20–103	66	113–164	133
Температура полупродукта, °С	1623–1706	1660	1634–1692	1659
Расход кислорода, тыс. м3	3,68–12,28	6,37	7,52–12,78	9,59
Основность шлака, ед.	2,2–4,0	3,00	2,1–3,8	2,86
Содержание углерода в полупродукте, %	0,02–0,15	0,05	0,01–0,16	0,04

* работа выполнена под руководством А.Н. Шаповалова, канд. техн. наук, доцента кафедры МТиО, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

Из анализа данных, представленных в табл. 1 следует, что в режиме работы ДСП соотношение чугуна и металлического лома в составе шихты варьируется в очень широких пределах. Это приводит к широкому диапазону расхода кислорода для окислительного рафинирования. При ведении плавки в режиме ГМП основным компонентом металлошихты является жидкий чугун, а в качестве охладителя используются окатыши.

За исследуемый период средняя продолжительность плавки стали в режиме ДСП составила 61 минуту при средней длительности простоев 12 минут. В свою очередь, средняя продолжительность плавки в режиме ККП составила 78 минут при средних простоях в 14 минут. Более высокая продолжительность плавки в режиме ГМП, очевидно, связана с высокой долей чугуна в составе

металлошихты, который определяет количество окисляющихся примесей, а, следовательно, и расход кислорода. Учитывая ограниченную производительность кислородных фурм – 14 тыс. м³ в час, с увеличением доли чугуна в шихте неизбежно увеличивается продолжительность продувки металла кислородом. Кроме того, заливка чугуна в режиме ККП производится из двух ковшей с использованием одного заливочного устройства, поэтому возникают простои при ожидании второго ковша.

Результаты и их обсуждение.

Продолжительность межплавочных простоев оказывает негативное воздействие на условия службы футеровки и, соответственно, её стойкость. Влияние продолжительности простоев на стойкость огнеупорной футеровки представлено на рис. 1.



Рис. 1. Влияние длительности простоев на стойкости футеровки подины и стен [11]

Как следует из представленного графика продолжительность простоев оказывает значительное влияние на стойкость футеровки. Так, исходя из уравнения регрессии, увеличение простоев на каждую минуту снижает длительность кампании печи на 3 плавки. Такое влияние объясняется повышением диапазона колебаний температуры футеровки за цикл плавки, что приводит к увеличению термических напряжений [4-6] по её толщине из-за градиента температур и, как следствие, зарождению, расширению и росту существующих трещин в огнеупорной кладке. Кроме того, резкие скачки температур на поверхности футеровки - охлаждение в период простоя, и разогрев в начале плавки, также ухудшают условия службы огнеупорных изделий, приводя к возникновению сколов и

трещин. Таким образом, снижение стабильности в работе печи, выражающееся в увеличении межплавочных простоев, ухудшает условия эксплуатации футеровки и снижает её стойкость.

Неизбежным неблагоприятным последствием межплавочных простоев является увеличение продолжительности плавки (см. рис. 2) и, как следствие, снижение производительности сталеплавильного агрегата.

Увеличение продолжительности межплавочных простоев негативно сказывается на тепловых условиях плавки, что отражается на её результатах [12-15]. Так при работе ГМП в режиме ДСП, последствием роста длительности межплавочных простоев является увеличение удельного расхода электроэнергии (рис. 3).

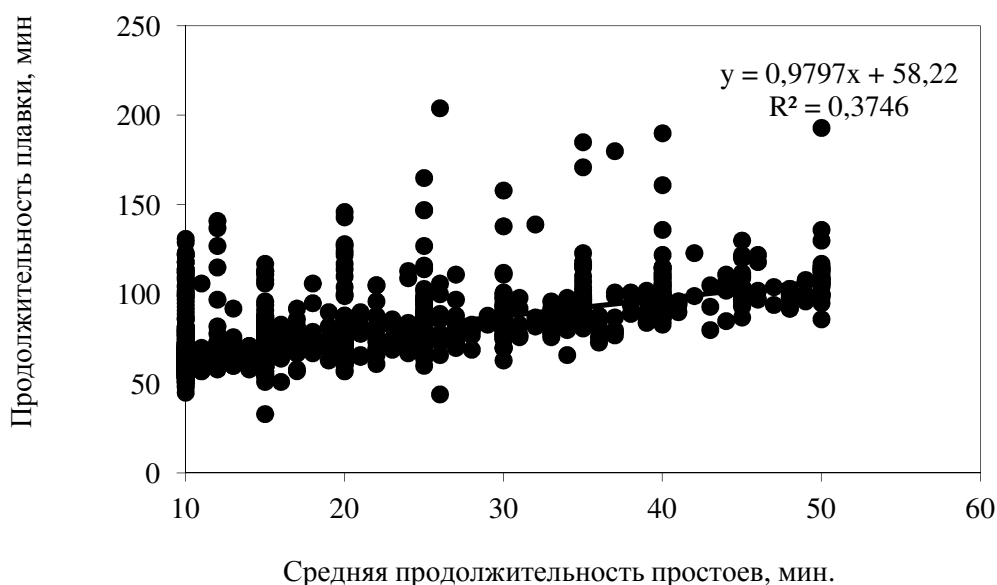


Рис. 2. Влияние длительности простоев на продолжительность плавки стали

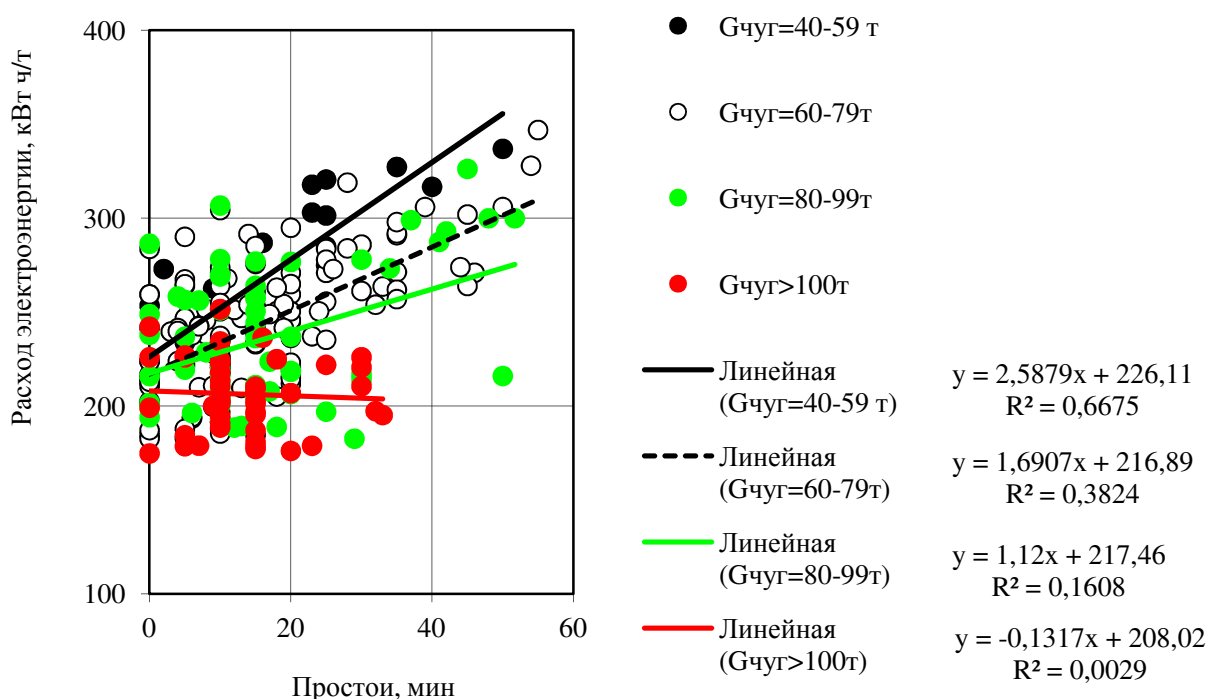


Рис. 3. Влияние длительности простоев на удельный расход электроэнергии в ДСП

Для адекватной оценки влияния величины простоев на расход электроэнергии на рис. 3 данные по правкам разбиты на 4 группы с разным расходом жидкого чугуна, который также оказывает существенное влияние на энергозатраты при выплавке стали. Из представленных данных следует, что при расходе чугуна на правку от 40 до 99 тонн, с увеличением количества простоев расход электроэнергии возрастает. Причем, чем ниже расход чугуна, тем выше затраты электро-

энергии. Также стоит отметить, что по мере увеличения расхода чугуна, влияние простоев на энергозатраты снижается, что связано с большим влиянием тепла от чугуна, как физического, так и химического, то есть от реакций окисления примесей. Более того, при расходах чугуна на правку более 100 тонн, величина простоев практически не влияет на расход электроэнергии, что связано с большим избытком тепла в процессе. Однако, при обычном для режима ДСП расходе чугуна на

правку в количестве 60-70 тонн, увеличение длительности межплавочных простоев на каждые 10 минут приводит к повышению расхода электроэнергии на 17 кВт/ч на тонну стали.

При работе ГМП в режиме кислородного конвертера, увеличение продолжительности межплавочных простоев вынуждает сокращать расход охладителя, в качестве которого применяют окатыши, или компенсировать ухудшение теплового баланса за счет

сжигания железа, что приводит к снижению выхода годного, повышению окисленности продуктов плавки и расхода раскислителей [16-19]. Последнее является одной из причин загрязнения металла неметаллическими включениями [20-24].

Продолжительность межплавочных простоев отражается и на развитии процесса азотирования, что проявляется в увеличении содержания азота в металле (см. рис. 4).

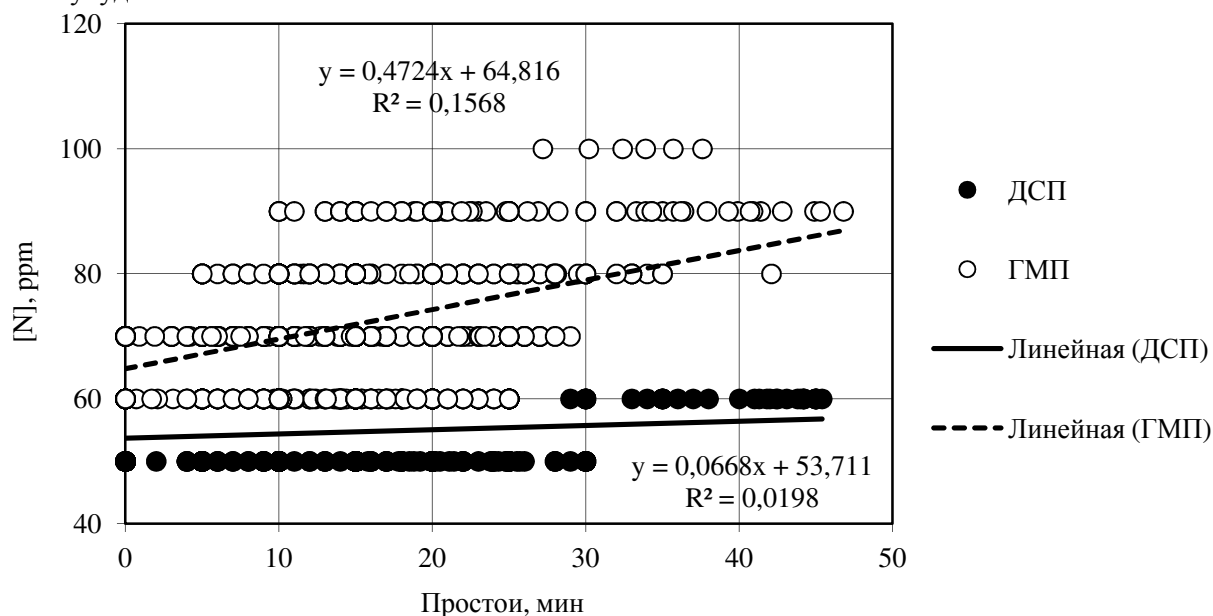


Рис. 4. Влияние длительности простоев на содержание азота в стали

Отмеченная закономерность обусловлена особенностью технологии выплавки стали в ГМП, а именно в работе «на болоте». Поэтому с увеличением продолжительности простоев повышается время контакта жидкой ванны от предыдущей плавки (болота) с атмосферой, что ведет к азотированию металла и отражается на содержании азота в маркировочной пробе. Причем в режиме плавки без использования электрической энергии влияние простоев более заметно.

Таким образом, увеличение продолжительности межплавочных простоев не только способствует снижению стойкости футеровки печи, но и приводит к ухудшению теплового баланса плавки и повышению расхода электроэнергии, а также активизирует азотирование стали, то есть оказывает негативное влияние на качество металла.

Литература

1. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: учебник для вузов. Мо-

сква: Мир; ООО «Издательство АСТ», 2003 – 528 с.

2. Гудим Ю.А., Зинуров И.Ю., Киселев А.Д. Производство стали в дуговых печах. Конструкции, технология, материалы: монография. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010 – 547 с.
3. Чуйко Н.М. Теория и технология электроплавки стали. Н.М. Чуйко. – Киев; Донецк: Головное издательство, 2013. – 248 с.
4. Кашеев И.Д. Рабочие свойства и применение огнеупоров в промышленных печах. Новые огнеупоры. 2008. № 2. С. 3-5.
5. Шевченко Е.А., Шаповалов А.Н., Дёма Р.Р., Колдин А.В. Влияние технологических параметров плавки на стойкость футеровки дуговой сталеплавильной печи в условиях АО «Уральская Сталь». // Новые огнеупоры. 2019;(7):3-7.
6. Шевченко Е.А., Шаповалов А.Н., Братковский Е.В. Повышение стойкости футеровки дуговых сталеплавильных печей путем совершенствования шлакового режима с применением магнийсодержа-

- щих материалов. // Черные металлы. 2018. № 9. С. 16-21.
7. Шишимиров М.В., Сосонкин О.М. Ресурсосбережение и резервы повышения эффективности выплавки стали в ДСП // Вестник Южно-Уральского государственного университета. 2015. Т.15. № 3. С.70-79.
8. Корнеев С.В. Влияние тепловой работы футеровки электродуговых печей на энергопотребление // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2014. № 3. С. 66-74.
9. Женин Е.В., Шаповалов А.Н. Повышение эффективности использования жидкого чугуна при выплавке стали // Теория и технология металлургического производства. 2022. № 4 (43). С. 27-30.
10. Исаков И.Ф., Валиахметов А.Х., Кузнецов М.С., Проскуровский Д.А., Шепелев Д.А. Особенности технологии выплавки стали в 120-тонных гибких модульных печах АО «Уральская Сталь». // Теория и технология металлургического производства. 2021. №2 (37). С. 19-23.
11. Женин Е.В., Шаповалов А.Н. Влияние параметров выплавки стали на стойкость огнеупорной футеровки // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2025;2(52):52–61.
12. Касьян Г.И., Минц А.Я. К вопросу об оптимальной длительности кампании ДСП // Новые огнеупоры. 2007. № 5. С. 10-12.
13. Копцев Л.А., Журавлев Ю.П. Влияние технологических и экономических факторов на энергозатраты Дсп Оао Магнитогорский металлургический комбинат // Промышленная энергетика. 2011. № 3. С. 22-26.
14. Емельянов В.В., Горожанин П.Ю., Мурзин И.С., Стонога А.В., Колоколов Е.А., Белоножко С.С., Тютюник С.В. Снижение длительности плавки ДСП в условиях ПАО «ТАГМЕТ» // Металлург. 2018. № 3. С. 95-98.
15. Дема Р.Р. Исследование влияния параметров электродуговой плавки на ее энергоемкость // Наука и производство Урала. 2020. Т. 16. С. 5-8.
16. Глынина А.В., Шаповалов А.Н. Оптимизация технологии выплавки стали в условиях ЭСПЦ ОАО «Уральская Сталь» // Наука и производство Урала, 2010. №6. С.43-48.
17. Шаповалов А.Н., Шевченко Е.А., Басков С.Н. Совершенствование технологии предварительного раскисления стали в условиях АО «Уральская Сталь» // Черные металлы, 2019. №8(1052). С.10-16.
18. Балакина И.В. Совершенствование технологии дефосфорации стального полупродукта в гибкой модульной печи // Наука и производство Урала. 2024. Т. 20. С. 10-13.
19. Сазонова В.В. Совершенствование технологии выплавки стального полупродукта в гибких модульных печах // Наука и производство Урала. 2024. Т. 20. С. 25-29.
20. Титова Т.И., Афанасьева Л.Т., Черняховский С.А., Зенков И.Б., Батов Ю.М., Афанасьев С.Ю. Различные способы раскисления Cr-Ni-Mo-V-стали при внепечной обработке и их влияние на формирование неметаллических включений // Электрометаллургия. 2011. № 2. С. 30-36.
21. Казаков А.А., Ковалев П.В., Рябошук С.В., Жиронкин М.В., Краснов А.В. Управление процессами образования неметаллических включений при производстве конвертерной стали // Черные металлы. 2014. № 4 (988). С. 43-48.
22. Шаповалов А.Н., Голубцов В.А., Бакин И.В., Рябчиков И.В. Применение комплексных модификаторов для снижения загрязнённости стали коррозионно-активными неметаллическими включениями // Черные металлы, 2020. №6(1062). С.4-10.
23. Бакин И.В., Шаповалов А.Н., Кузнецов М.С. и др. Промышленные испытания микроструктурных комплексных сплавов с ЦЗМ при выплавке трубной стали. // Сталь, 2020. №11. С.21-25.
24. Куницын Г.А., Кузнецов М.С., Шаповалов А.Н., Бакин И.В. Применение комплексных модификаторов при производстве стали с повышенными требованиями по неметаллическим включениям // Черные металлы, 2022. №5(1085). С.9-15.
- Сведения об авторах**

Филиппов Евгений Иванович, ООО «Оренбургский радиатор» 460441, Россия, Оренбургская область, г. Оренбург, ул. Комсомольская, 175. E-mail: filippov@orenrad.ru.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 004.42

UI/UX ИНТЕРФЕЙС ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЛОЖЕНИЯ ЛИСТОВ МЕТАЛЛА

Алексеева Л.В., Абдулвелеева Р.Р.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. Рассматривается разработка ui/ux интерфейса веб-приложения для мониторинга положения металлических листов в листопрокатном цехе. Приложение использует данные из JSON-файлов, содержащих информацию о заказах, марке стали, размерах и текущем положении листов. Визуализация реализована с помощью интерактивной мнемосхемы на базе фреймворка React. Решение позволяет операторам цеха отслеживать перемещение листов, снижая риски потерь и повышая управляемость производственных процессов.

Ключевые слова: веб-приложение, React, JSON, мониторинг, металлургия, мнемосхема, интерфейс.

В металлургической отрасли ручной контроль за листовым прокатом приводит к ошибкам учета и потерям времени. Существующие системы (SCADA, MES) часто перегружены функциями, что осложняет их внедрение для узких задач. Разработанное веб-приложение фокусируется на мониторинге положения листов в реальном времени, используя легковесную архитектуру и интуитивный интерфейс [6].

JavaScript был выбран в качестве основного языка программирования для разработки веб-приложения, так как он является стандартом для веб-разработки и поддерживается всеми современными браузерами [5]. React, в свою очередь, был выбран как наиболее подходящий инструмент для создания интерактивных интерфейсов благодаря своей производительности, гибкости и простоте интеграции с JSON-данными. JSON (JavaScript Object Notation) был выбран в качестве основного формата для передачи данных о металлических листах в разработанном web-приложении [4]. Этот формат обеспечивает легкость чтения, редактирования и обработки данных как человеком, так и машиной. В разрабатываемом приложении React используется для создания динамических мнемосхем, которые отображают положение листов металла в реальном времени. Данные о листах поступают в формате JSON, что позволяет легко их обрабатывать и отображать на интерфейсе. Для реализации проекта по разработке интерфейсов для слежения за ме-

таллом будет использована методология итеративной и инкрементальной разработки. Эта модель позволяет гибко адаптировать процесс разработки, оперативно внедрять изменения и улучшения на ранних этапах, а также эффективно учитывать потребности пользователей. Проект ориентирован на создание web-приложения для отображения положения листов металла в реальном времени, что требует быстрой адаптации и улучшений интерфейса по мере работы. Методология итеративной и инкрементальной разработки включает шесть фаз:

1. Анализ и планирование.

На этом этапе был проведен сбор требований к приложению, анализ потребностей пользователей и планирование структуры и функционала системы. Основные задачи включали: изучение специфики данных о металлических листах (номер заказа, марка стали, размеры, текущее положение), определение ключевых функций приложения (визуализация данных, интерактивное управление, цветовая индикация), планирование архитектуры приложения и выбор технологий (React, JavaScript, JSON) [7].

Результатом этапа стало техническое задание, включающее основные требования и ожидания от системы.

2. Проектирование.

На этапе проектирования был разработан дизайн пользовательского интерфейса (UI) и создана архитектура приложения. Основные задачи включали: разработку прото-

типов интерфейсов, демонстрирующих основные взаимодействия с системой (мнемосхема, кнопки управления, фильтры), определение структуры данных и формата JSON-файлов, создание макетов интерфейса с учетом требований к адаптивности и удобству использования.

Результатом этапа стали готовые прототипы интерфейсов и техническая документация.

3. Реализация и тестирование.

На этапе реализации началась разработка приложения с интеграцией базового функционала. Основные задачи включали: реализация отображения данных о листах металла на мнемосхеме, интеграцию системы с JSON-файлами для загрузки и обработки данных, разработку интерактивных элементов управления.

После каждого этапа разработки проводилось тестирование для выявления и устранения возможных ошибок. Это включало: функциональное тестирование (проверка корректности отображения данных), юзабилити-тестирование (оценка удобства использования интерфейса), тестирование на различных устройствах (проверка адаптивности).

Сравнение с другими методологиями.

Waterfall – в отличие от жесткого следования этапам, итеративная модель позволила гибко адаптировать продукт под изменяющиеся требования;

Agile – методология "Итеративная и инкрементальная" оказалась более управляемой и предсказуемой, что важно для проектов с ограниченными ресурсами или жесткими сроками.

Данная методология обеспечила успешную разработку и внедрение web-приложения для слежения за металлическими листами, отвечающего всем требованиям пользователей и производственного процесса [1, 2, 3].

Структура JSON-файла содержит всю необходимую информацию о листе металла: `id_slab` – уникальный идентификатор листа, `order` – номер заказа, `melting` – номер плавки, `batch` – номер партии, `steel_grade` – марка стали, `size` – размеры листа (толщина, ширина,

длина), `position` – текущее положение листа в цехе, `moving_to` – направление перемещения листа. Структура используется в приложении, обозначенном на рисунке 1:

```
{
  "0": {
    "id_slab": "Z0213387017",
    "order": "4802380238",
    "melting": "Z13387",
    "batch": "2912",
    "steel_grade": "K56-2",
    "size": [
      "10",
      "2216",
      "12870"
    ],
    "position": "00",
    "moving_to": "00"
  }
}
```

Рисунок 1 – Пример JSON-файла

Диаграмма IDEF0 используется для функционального моделирования системы. Она позволяет описать процессы, входные и выходные данные, механизмы и управляющие воздействия. В контексте системы слежения за металлом диаграмма IDEF0 может быть использована для описания процесса обработки данных о листах металла. Основные элементы диаграммы IDEF0: функции (Activities): Основные процессы системы (например, "Обработка данных о листах"), входные данные (Inputs): Данные, которые поступают в систему (например, "JSON-файлы с информацией о листах"), выходные данные (Outputs): Результаты выполнения функции (например, "Обновленная мнемосхема"), механизмы (Mechanisms): Ресурсы, необходимые для выполнения функции (например, "Сервер", "База данных"), управляющие воздействия (Controls), правила или ограничения, которые управляют процессом (например, "Протоколы обработки данных").

Данная диаграмма указана на рисунке

2.

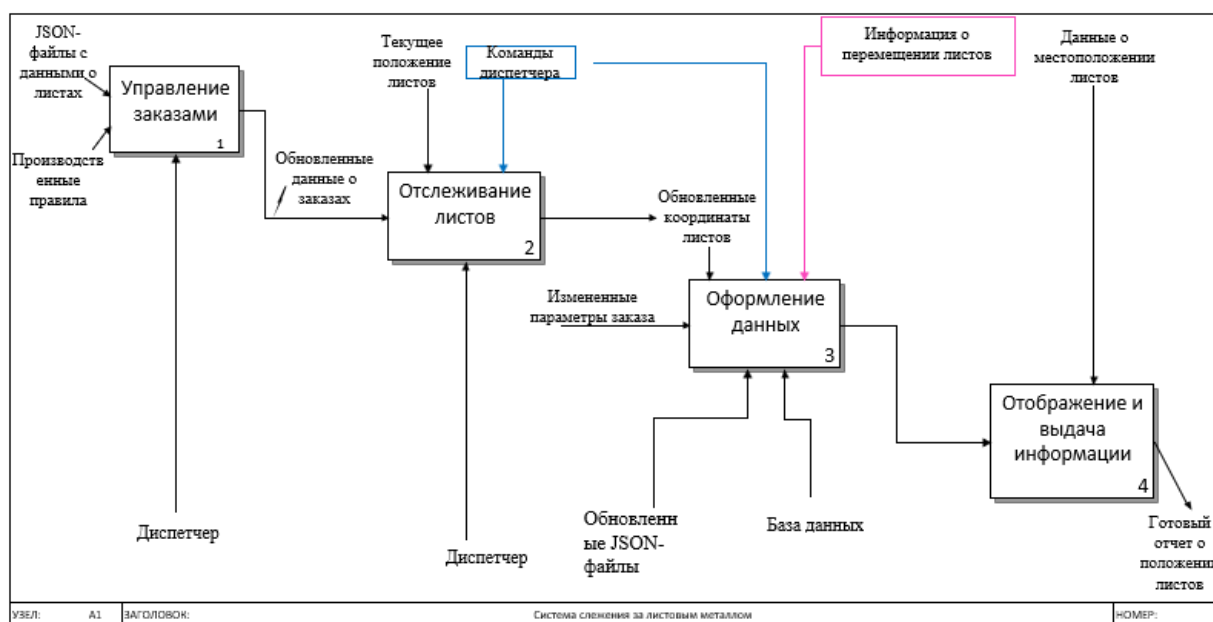


Рисунок 2 - Диаграмма IDEF0

Интерфейс работает и запускается следующим образом: папка с проектом открывается в терминале и прописывается следующая команда: `npm start`, после чего запускается web-приложение.

Далее выводится следующий интерфейс, показанный на рисунке 3.

Мнемосхема цеха отображает листы в виде прямоугольников с цветовой индикацией, которая обозначает партию листов, которые сейчас находятся на листовом прокате.

На сайте изображены 15 кнопок, на которых написан соответствующий json, при нажатии на кнопку на мнемосхеме, появляется лист, в соответствии с положением, которое указано в json-е, который был взят в проекте. В перспективе данные будут лежать в базе данных и обновляться в соответствии с выбранной базой. Данный интерфейс представлен на рисунке 3, на сайте изображена информация, при нажатии на кнопку с названием json15.

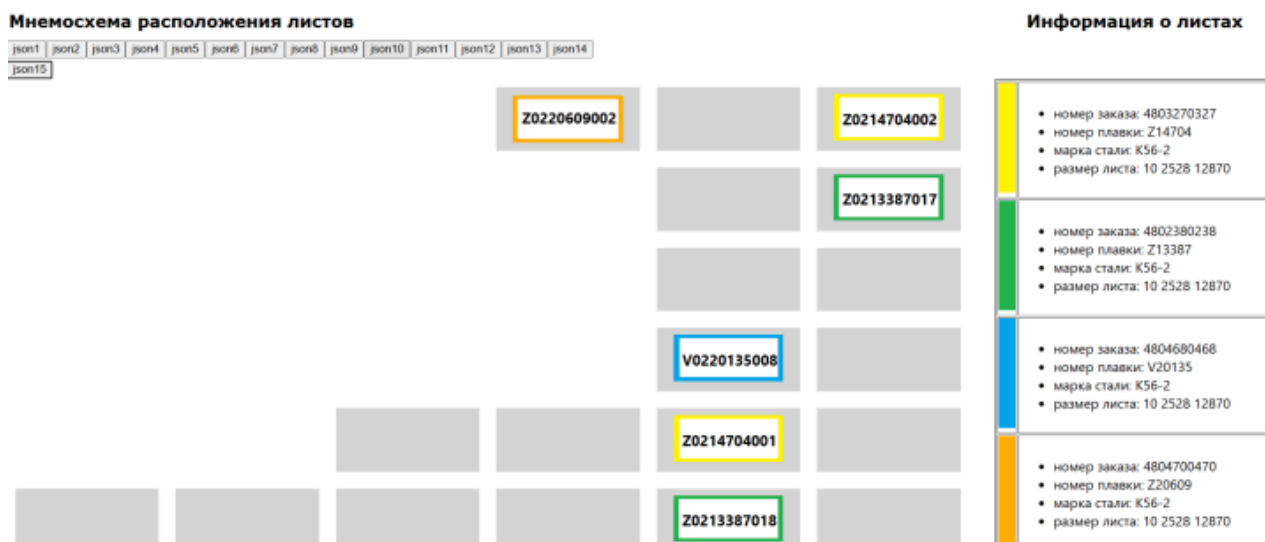


Рисунок 3 - Интерфейс приложения с мнемосхемой и таблицей

Разработанное веб-приложение для мониторинга положения металлических листов в реальном времени успешно решает проблему перегруженности существующих систем (SCADA, MES) за счет фокусировки на узкой задаче и использования легковесной

архитектуры. Применение JavaScript и React обеспечило создание интуитивного интерфейса с динамической мнемосхемой, цветовой индикацией и интерактивными элементами управления, что упрощает взаимодействие пользователей с системой. Использо-

ние JSON в качестве формата данных позволило обеспечить простоту чтения, обработки и интеграции информации о листах, включая их уникальные идентификаторы, параметры, позиции и направления перемещения.

Результатом стал продукт, который не только сокращает временные потери и ошибки ручного учета, но и обеспечивает прозрачность производственных процессов через визуализацию данных в реальном времени. В перспективе развитие приложения предполагает интеграцию с базой данных для автоматического обновления информации и расширение функционала аналитическими инструментами, что усилит его роль в оптимизации металлургических процессов.

Литература

1. Абдулвелеева Р.Р., Алексеева Л.В. Разработка ui/ux-интерфейсов веб-приложения для слежения за металлом. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск, 2025. С. 107.
2. Абдулвелеева Р.Р., Мизгулин Я.А. Разработка системы слежения за металлом в

листопрокатном цехе. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск, 2025. С. 108.

3. Abdulveleeva R.R., Korsakov V.A., Abdulveleev I.R. Crane movement modulator for web application of electric steel melting shop mnemonic scheme with crane movement visualisation system, 2024 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon), Magnitogorsk, Russian Federation, 2024, pp. 812–816.
4. Андреев А.В. Разработка веб-приложений с использованием React. – Москва: ДМК Пресс, 2021. – 320 с.
5. Белов С.И. JavaScript: полное руководство для разработчиков. – Санкт-Петербург: Питер, 2020. – 480 с.
6. Васильев Д.А. Современные методы визуализации данных в веб-приложениях. – Москва: Наука, 2019. – 256 с.
7. Григорьев И.Н. Проектирование пользовательских интерфейсов: от теории к практике. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2022. – 384 с.

Сведения об авторах

Алексеева Любовь Владимировна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: demonalexsumerki@gmail.com

Абдулвелеева Рауза Рашитовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры математики и естествознания. Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: rashitovna-2011@mail.ru

УДК 004.42

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА

Вахлаев А.С., Абдулвелеева Р.Р.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье рассмотрены ключевые аспекты управления проектом по разработке программного продукта с использованием современных инструментов, таких как GitHub для контроля версий и совместной работы, а также Yandex Tracker для организации задач и отслеживания прогресса. Показано применение этих платформ на примере разработки web-приложения для интернет-магазина.

Ключевые слова: управление проектом, программная инженерия, разработка программы, проектирование.

Для контроля версий и совместной работы над кодом в проекте использовался GitHub. Это позволило организовать удобный процесс разработки, обеспечить прозрачность изменений и минимизировать риски потери кода. Основной репозиторий был структурирован по классической схеме ветвления: в main branch хранилась стабильная рабочая версия проекта, которая всегда соответствовала актуальному состоянию продакшена. Текущая разработка велась в develop branch, куда попадали только проверенные и протестированные изменения.

Каждая новая функциональность или исправление создавались в отдельных ветках. Такой подход позволяет нескольким разработчикам работать параллельно, не мешая друг другу. Перед слиянием изменений в develop проводился code review — обязательный этап, на котором другой участник команды проверял код на соответствие стандартам, отсутствие ошибок и потенциальных уязвимостей. Это значительно повышает качество кодовой базы.

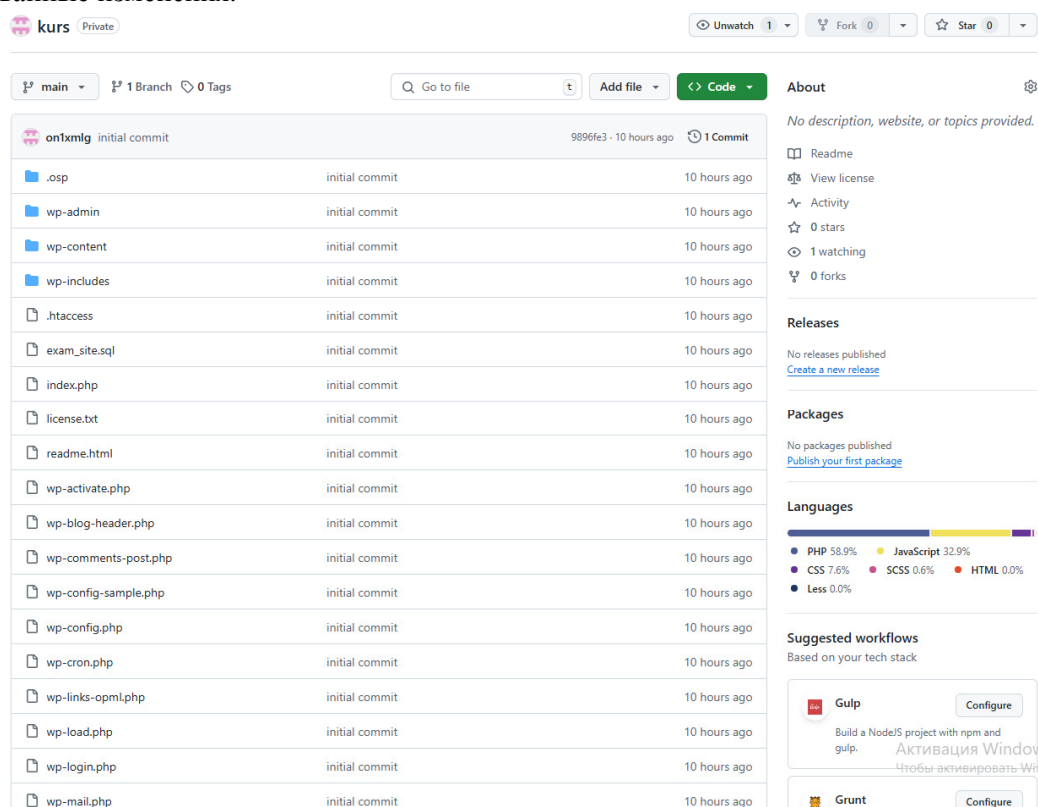


Рис. 1 – Репозиторий проекта на платформе GitHub

Диаграмма Ганта в Yandex Tracker стала ключевым инструментом визуализации и контроля сроков реализации проекта. Эта диаграмма с самого начала разработки позволяет наглядно представлять весь объем работ, их последовательность и взаимосвязи. Все начинается с этапа структурирования проекта на отдельные задачи, для каждой из которых определялись сроки начала и завершения, ответственные исполнители и зависимости от других задач.

Особую ценность диаграмма Ганта проявляет при планировании критического пути проекта - той последовательности задач, которая определяет общую продолжительность разработки. Можно сразу видеть, какие задачи являются "узкими местами" и требуют особого внимания. Например, задержка в разработке модуля оплаты автоматически сдвигает сроки тестирования всей системы, что сразу можно увидеть на диаграмме.

В процессе работы диаграмма постоянно обновляется – управляющий проектом вносит изменения при возникновении задержек или, наоборот, досрочном выполнении задач. Это позволяет пересматривать сроки и перераспределять ресурсы. Особенно полезной является функция визуализации зависимостей между задачами, когда видно, что, например, начало работы фронтенд-разработчика по созданию интерфейса корзины напрямую зависит от завершения дизайнером соответствующих макетов.

Важным преимуществом использования диаграммы Ганта в Яндекс Трекере является возможность быстрого формирования отчетов для заказчика. Появляется возможность демонстрировать текущий прогресс, обосновывать корректировки сроков и наглядно показывать, как те или иные изменения требований влияют на общий график проекта. Это значительно повысило прозрачность взаимодействия разработчика программы с клиентом.

Таким образом, диаграмма Ганта является не просто инструментом планирования, а настоящей "живой" картой проекта, которая помогает принимать обоснованные управленческие решения, оперативно реагировать на изменения и обеспечивать выполнение работ в установленные сроки. Ее наглядность и гибкость делают этот инструмент незаменимым в управлении сложным многоэтапным проектом по разработке интернет-магазина.

На рис. 2 изображена диаграмма Ганта. Зеленым цветом обозначены выполненные задачи, голубым – задачи, находящиеся в процессе работы, серым – ожидающие своего выполнения. На рис. 3 показан пример проекта, задачи которого не выполнены в срок, такие пункты обозначены красной штриховкой.

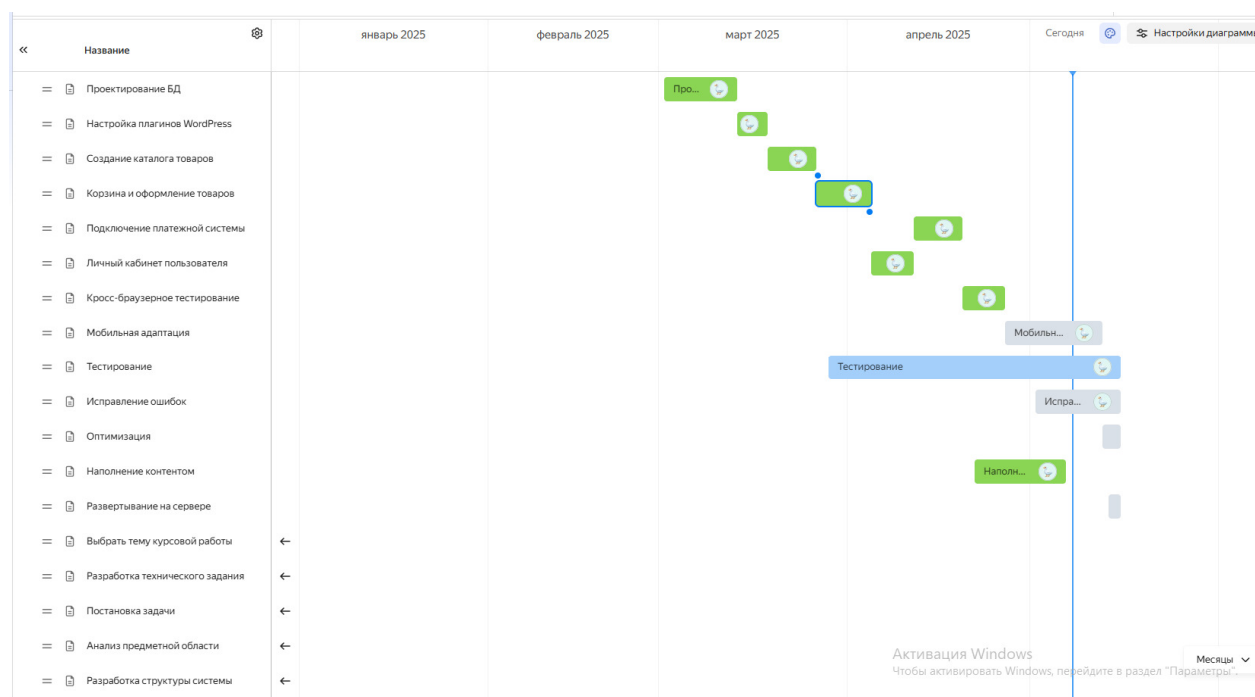


Рис. 2 – Диаграмма Ганта на платформе Yandex Tracker

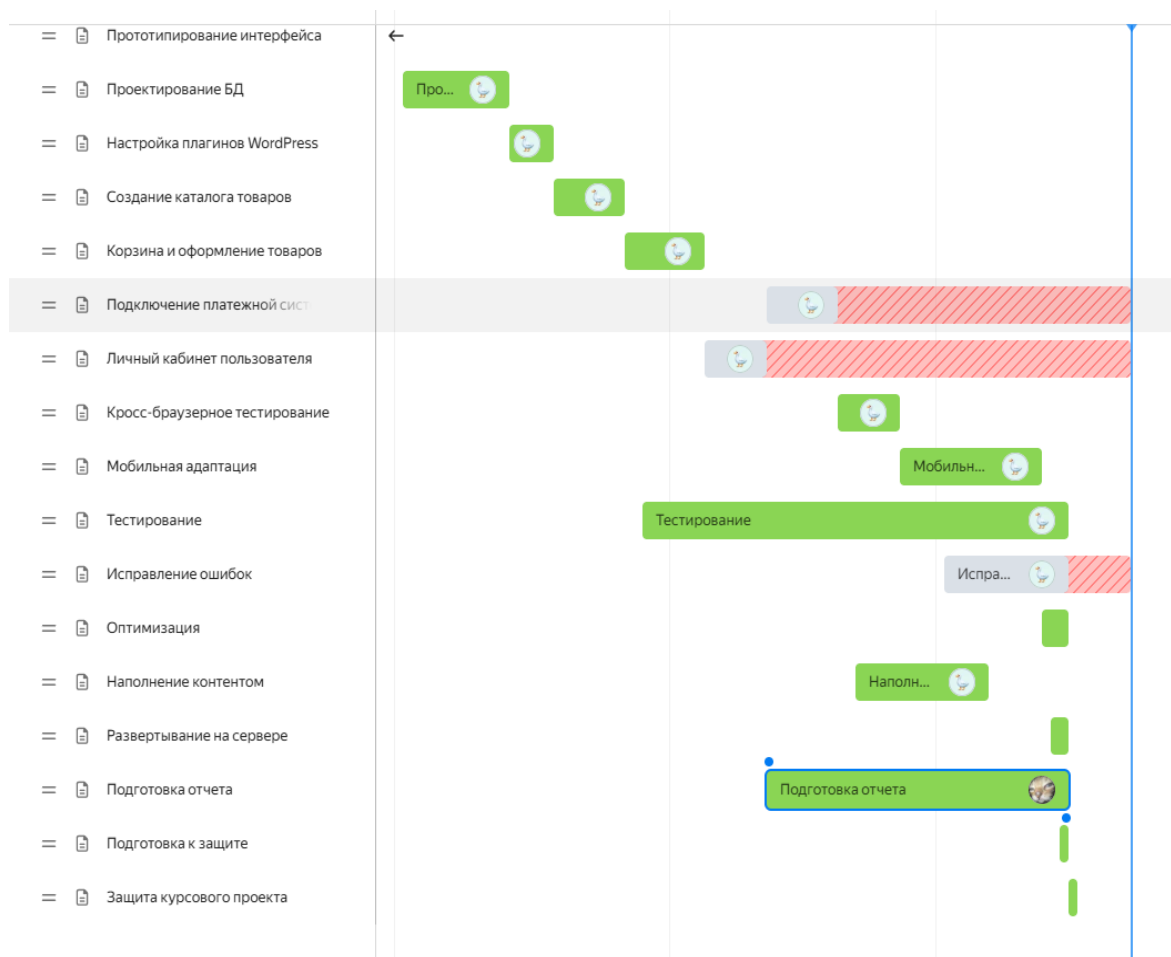


Рис. 3 – Пример диаграммы Ганта с невыполненными заданиями

Канбан-доска в системе Yandex Tracker служит основным инструментом оперативного контроля выполнения задач в процессе разработки веб-приложения. Данный метод визуализации рабочего процесса организуется по принципу разделения на несколько колонок, отражающих различные стадии выполнения задач: "Запланировано", "В работе", "Тестирование" и "Завершено". Каждая задача, представленная в виде отдельной карточки, последовательно перемещается между колонками по мере продвижения по этапам разработки.

Использование канбан-доски обеспечивает прозрачность рабочего процесса для всех участников проекта [1, 2]. Четкое отображение текущего статуса задач позволяет оперативно выявлять узкие места в производственном процессе, такие как перегрузка отдельных исполнителей или задержки на определенных этапах. Ограничение количества одновременно выполняемых задач в колонке "В работе" помогает предотвратить распыление ресурсов и поддерживать оптимальную рабочую нагрузку.

Интеграция канбан-доски с другими инструментами управления проектом позво-

ляет отслеживать взаимосвязь между различными аспектами разработки. Каждая карточка задачи содержит исчерпывающую информацию: описание, сроки выполнения, приоритет, ответственного исполнителя и связанные технические требования. Автоматизированные уведомления о перемещении карточек между колонками обеспечивают своевременное информирование всех заинтересованных сторон.

Регулярный анализ показателей эффективности, таких как среднее время выполнения задач или количество возвратов на доработку, позволяет непрерывно совершенствовать рабочий процесс. Визуализация потока задач способствует выявлению системных проблем в организации работ и разработке корректирующих мер [3]. Применение канбан-метода в сочетании с другими инструментами управления проектом создает эффективную систему контроля за ходом разработки программного обеспечения.

Литература

1. Абдулвелеева Р.Р., Юдакова Ю.Г. Разработка дашборда для визуализации данных по персоналу предприятия // Наука и производство Урала, 2023. Т.19. С. 69-71.
2. Андерсон Дэвид Дж. Канбан: альтернативный путь в Agile = Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business / пер. с англ. А. Ракитина. – М.: Альпина Паблишер, 2019. – 344 с.
3. Сазерленд Джефф. Scrum. Революционный метод управления проектами / пер. с англ. А. Ракитина. – М.: Альпина Паблишер, 2020. – 274 с.

Сведения об авторах

Вахлаев Артём Сергеевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

Абдулвелеева Рауза Рашитовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры математики и естествознания. Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: rashitovna-2011@mail.ru.

УДК 004.42

ТЕСТИРОВАНИЕ БЭКЭНД-ЧАСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПАРКОВКОЙ

Ефимов А.С., Абдулвелеева Р.Р.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье рассматривается процесс тестирования бэкэнд-части веб-приложения для управления парковкой. Описаны методы и инструменты, используемые для проверки функциональности, производительности и безопасности системы. Особое внимание уделено автоматизированному тестированию с использованием библиотеки unittest, а также анализу результатов тестирования. Приведены примеры тестов для различных компонентов системы, включая валидацию данных, работу с базой данных и обработку ошибок. Результаты тестирования подтверждают корректность работы всех функций приложения.

Ключевые слова: тестирование, бэкэнд, веб-приложение, unittest, обработка ошибок.

Современные веб-приложения представляют собой сложные распределенные системы, требующие тщательного тестирования всех компонентов. Особое значение приобретает тестирование бэкэнд-части, которая отвечает за бизнес-логику, работу с данными и интеграцию с внешними системами. В случае приложения для управления парковкой надежность бэкэнда критически важна, так как от его работы зависит корректность бронирования мест, тарификация и другие ключевые функции.

Для обеспечения всестороннего тестирования была разработана многоуровневая

стратегия тестирования, включающая в себя модульное тестирование, тестирование валидации, тестирование работы с базой данных, тестирование обработки ошибок, тесты преобразования данных.

Модульное (unit) тестирование предназначено для проверки отдельных функций, методов или классов независимо от других компонентов системы. Такой подход позволяет быстро выявлять и исправлять ошибки, упрощает процесс отладки и способствует повышению качества кода. В примере теста `test_auth(self, mock_checkpw, mock_get_user)` проверяется функция авторизации пользова-

теля. В тесте передаются email и пароль, и ожидается, что при правильных данных, когда пользователь существует в системе и хэш пароля совпадает с хешем, хранящимся в базе данных, функция возвращает True. В случае, если пользователь не найден или пароли не совпадают, тест должен получить False. Для этого в тесте используют моки — имитации функции проверки пароля (mock_checkpw) и получения данных пользователя (mock_get_user), чтобы изолировать тест от внешних факторов. Результат успешного прохождения этого теста показывает, что функция правильна в случаях корректных и некорректных данных, что позволяет убедиться в надежности системы аутентификации. Результат теста представлен на рис. 1.

Тестирование валидации — это проверка работы функций или методов, которые отвечают за проверку корректности входных данных. Цель — убедиться, что эти функции правильно определяют допустимые и недопустимые данные, чтобы предотвращать ошибки и обеспечивать надежность системы. Тест test_is_valid_phone(self) проверяет функцию, которая должна определить, является ли введенный номер телефона допустимым. Для этого функция должна возвращать True, если номер состоит только из цифр, начинается с цифры 7 и длиной 11 символов. В противном случае — False. В тесте создаются разные примеры номеров: один — правильный, остальные — с ошибками, например,

начинающийся не с 7, с неправильной длиной или содержащий нецифровые символы. Тест проверяет, что валидный номер получает положительный результат, а неправильные — отрицательные. Таким образом, данный тест помогает убедиться, что функция правильно выявляет допустимые номера, что способствует надежности системы валидации данных. Результат прохождения теста представлен на рис. 2.

Тестирование работы с базой данных имеет цель проверить, что функции, взаимодействующие с базой данных, функционируют правильно. Это включает в себя проверку корректности вставки, обновления, получения или удаления данных. Например, тест test_user_data() имитирует работу с базой данных, что означает, что вместо настоящей базы данных обычно используют моки или фиктивную модель, которая имитирует её поведение. В рамках этого теста проверяется, что при вызове функций, например добавления или получения данных о пользователе, возвращаются ожидаемые результаты, и данные сохраняются или извлекаются правильно. Такой подход помогает обнаружить ошибки, связанные с неправильной обработкой данных или некорректной реализацией взаимодействия с базой, что важно для обеспечения надежности и стабильности работы системы. Результат теста представлен на рис. 3.

```
===== test session starts =====
collecting ... collected 3 items

test_processing.py::TestProcessingModule::test_auth PASSED [ 33 %]
test_processing.py::TestProcessingModule::test_auth PASSED [ 67 %]
test_processing.py::TestProcessingModule::test_auth PASSED [100%]
===== 3 passed in 0.06s =====
```

Рис. 1 – Результат теста test_auth()

```
===== test session starts =====
collecting ... collected 4 items

test_processing.py::TestProcessingModule::test_is_valid_phone PASSED [ 25%]
test_processing.py::TestProcessingModule::test_is_valid_phone PASSED [ 50%]
test_processing.py::TestProcessingModule::test_is_valid_phone PASSED [175%]
test_processing.py::TestProcessingModule::test_is_valid_phone PASSED [100%]
```

Рис. 2 – Результат теста test_is_valid_phone()

```
===== test session starts =====
collecting ... collected 2 items

test_processing.py::TestProcessingModule::test_user_data PASSED [ 50%]
test_processing.py::TestProcessingModule::test_user_data PASSED [100%]
```

Рис. 3 – Результат теста test_user_data()

Тестирование обработки ошибок — важный этап, который помогает убедиться, что система правильно реагирует на неожиданные ситуации и сохраняет стабильность. В случае ошибки базы данных, например, при регистрации пользователя, система не должна «падать». Тест `test_register_db_errors()` имитирует возникновение ошибки при работе с базой данных, чтобы проверить поведение функции регистрации в такой ситуации. В ходе теста искусственно создается ситуация, когда база данных вызывает ошибку, а функция должна корректно обработать это, возвращая `False`, делать откат транзакции и закрывать соединение без сбоев. Такой подход обеспечивает устойчивость системы к сбоям внешних ресурсов и предотвращает потери данных или зависание системы. Результат теста представлен на рис. 4.

```
===== test session starts =====
collecting ... collected 1 item

test_processing.py::TestProcessingModule::test_register_db_errors PASSED [100%]

===== 1 passed in 0.20s =====
```

Рис. 4 – Результат теста `test_register_db_errors()`

```
===== test session starts =====
collecting ... collected 2 items

test_processing.py::TestProcessingModule::test_get_dates PASSED [ 50%]
test_processing.py::TestProcessingModule::test_get_dates PASSED [100%]

===== 2 passed in 0.08s =====
```

Рис. 5. – Результат теста `test_get_dates()`

Тестирование является необходимым этапом разработки приложения. Применение библиотеки `unittest` и методов мокирования позволило обеспечить надежную проверку функциональности системы, изолируя тесты от внешних зависимостей. Результаты тестирования подтвердили корректность работы всех компонентов приложения. Предложенная многоуровневая стратегия тестирования демонстрирует свою эффективность для обеспечения стабильности и надежности системы. Дальнейшее развитие работы может

включать нагрузочное тестирование и расширение тестового покрытия для новых функций.

Тесты преобразования данных служат для проверки правильности превращения данных из одного формата в другой. Например, тест `test_get_dates()` проверяет функцию, которая принимает дату и время в определенном формате и должна преобразовать их в объект типа `datetime`. Если преобразование выполнено правильно и функция возвращает объект `datetime`, то тест считается успешным и возвращает `True`. В случае, если результат неправильного формата или преобразование не выполнено, тест возвращает `False`. Такой контроль позволяет убедиться, что система правильно обрабатывает и преобразует временные данные, что важно для корректной работы приложений, связанных с датами и временем. Результат теста представлен на рис. 5.

Литература

1. Хориков В.В. Принципы юнит-тестирования. – Санкт-Петербург: Питер, 2021 – 320 с.
2. Python. Разработка на основе тестирования / Г. Дж. Персиваль. – М.: ДМК Пресс, 2018 – 622 с.

Сведения об авторах

Ефимов Алексей Сергеевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: lefimov18@mail.ru.

Абдулвелеева Рауза Рашитовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры математики и естествознания. Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: rashitovna-2011@mail.ru.

УДК 004.514

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА*

Вахлаев А.С.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье рассмотрены ключевые аспекты постановки задачи при разработке программного продукта. Описаны основные этапы формализации требований, включая анализ потребностей заказчика, определение функциональных и нефункциональных требований, а также выбор методологии разработки. Особое внимание уделено важности четкого формулирования целей и критериев успешности проекта для минимизации рисков и повышения эффективности процесса разработки.

Ключевые слова: постановка задачи, программная инженерия, разработка программы, проектирование.

Постановка задачи — это фундаментальный этап разработки программного обеспечения, от которого зависит успех всего проекта. Четко сформулированные требования помогают команде разработчиков понять цели, минимизировать риски и избежать недопонимания. В данной статье будет разобран процесс постановки задачи на примере интернет-магазина одежды.

Первоначальный этап работы предполагает проведение серии согласований с заказчиком и ключевыми участниками проекта. В ходе этих обсуждений необходимо выявить и зафиксировать основные бизнес-цели проекта, потребности целевой аудитории, а также существующие ограничения по бюджету, срокам и техническим возможностям. Результатом данной работы становится концептуальное описание проекта, содержащее его основные параметры и ожидаемые результаты. Например, в документе может быть указано, что разрабатываемый интернет-магазин должен обеспечивать увеличение среднего чека на 15% и сокращать время оформления заказа до трех минут за счет внедрения системы персонализированных рекомендаций.

Следующая фаза работы посвящена детальному анализу требований к системе. На этом этапе проводятся интервью с потенциальными пользователями и администраторами будущего магазина, изучается опыт конкурентов, анализируются аналогичные реше-

ния на рынке. Все выявленные требования структурируются по категориям: функциональные (непосредственные возможности системы) и нефункциональные (качественные характеристики работы). Для удобства работы с требованиями рекомендуется использовать формат пользовательских историй, который позволяет четко связать каждую функцию с потребностями конкретных категорий пользователей.

После сбора основных требований начинается этап их детализации. Каждая функция системы описывается через сценарии использования, экранные формы и бизнес-правила. Особое внимание уделяется интеграциям с внешними сервисами - платежными системами, службами доставки, CRM-системами. Параллельно формируются требования к интерфейсу пользователя, которые в дальнейшем лягут в основу дизайн-макетов.

Технические аспекты системы формулируются в виде нефункциональных требований. В этот раздел включаются параметры производительности (например, максимальное время отклика системы), требования к безопасности данных, условия масштабируемости системы, а также спецификации используемого программного и аппаратного обеспечения. Эти требования имеют критически важное значение для архитектурных решений и выбора технологий разработки.

* работа выполнена под руководством Абдулвелеевой Раузы Рашитовны, канд. пед. наук, доцент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

На этапе планирования выполняется декомпозиция проекта на отдельные этапы работ с оценкой необходимых временных и трудовых ресурсов. Одновременно проводится анализ потенциальных рисков и разрабатываются меры по их минимизации. Результатом становится детальный план реализации проекта с четкими контрольными точками и распределением ответственности.

Заключительным этапом является оформление полного технического задания, которое объединяет все собранные требования, дизайн-решения, план работ и критерии приемки. Особое внимание уделяется четкости и однозначности формулировок, исключению возможных разночтений. Готовое техническое задание проходит процедуру согла-

сования со всеми заинтересованными сторонами, включая заказчика, разработчиков и будущих пользователей системы.

На рис. 1 представлена eEPC-модель бизнес-процесса разрабатываемого проекта. Она включает основные сущности (например, заказы, клиенты, товары, поставщики) и их взаимодействие, показывая, как данные и действия перемещаются между этапами: от оформления заказа до доставки и обслуживания. Модель помогает визуализировать логику работы магазина, выявить узкие места, оптимизировать процессы и обеспечить согласованность между отделами (логистика, маркетинг, поддержка). Это инструмент для анализа, автоматизации и масштабирования бизнеса.

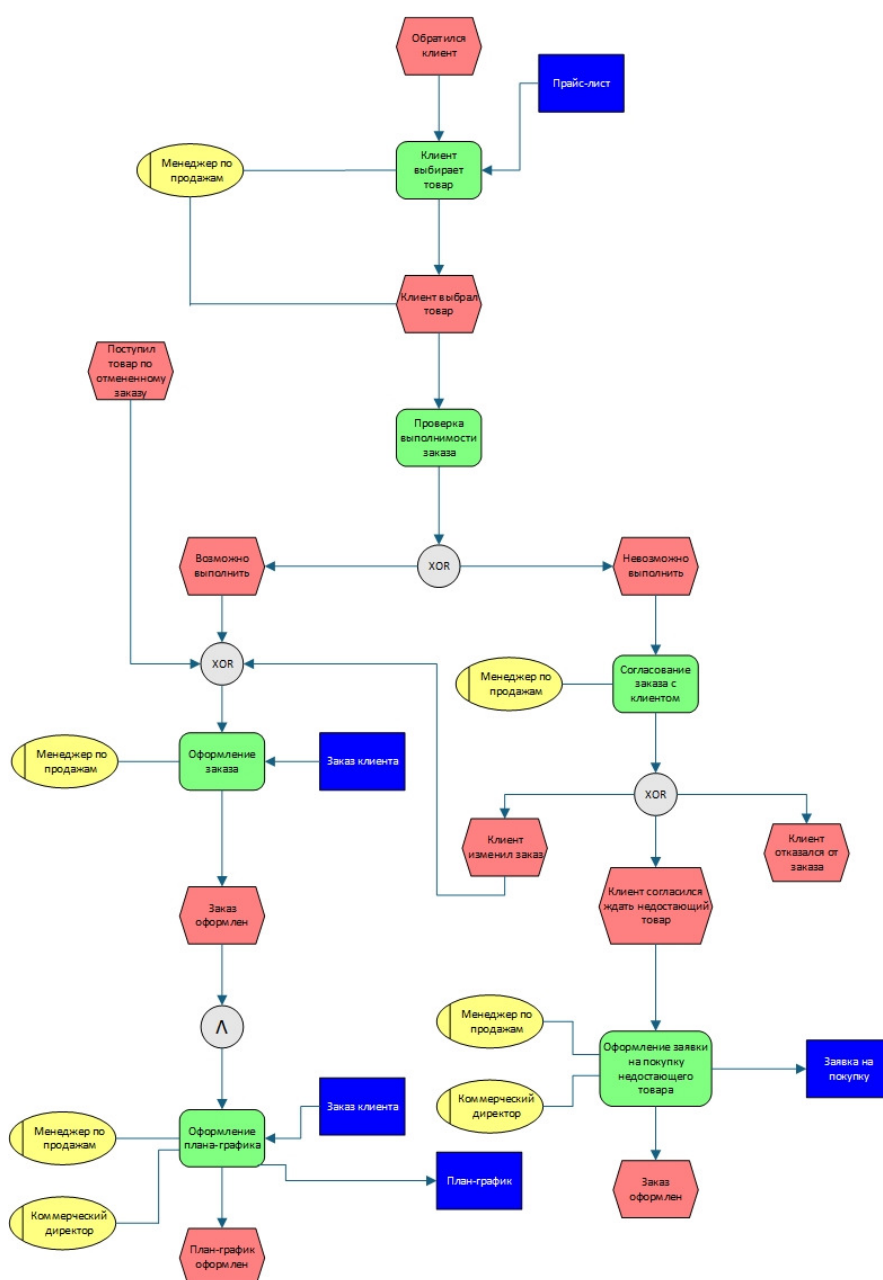


Рис. 1 – eEPC модель бизнес-процесса интернет-магазина

Рассматриваемый проект предполагает создание современного интернет-магазина с акцентом на удобство пользователей и эффективность администрирования. Основные цели включают разработку интуитивно понятного интерфейса с персонализированными рекомендациями для увеличения конверсии и среднего чека, а также создание функциональной административной панели для управления контентом, заказами и аналитикой. Для пользователей система должна предоставлять удобный поиск и фильтрацию товаров, личный кабинет с историей заказов, сравнение товаров, быстрый процесс оформления заказа с различными способами оплаты и доставки, а также механизмы обратной связи. Администраторам потребуется инструментарий для управления каталогом (включая массовое редактирование через CSV), обработки заказов, настройки акций и скидок, работы с клиентской базой и финансового контроля. Технические требования предусматривают обязательное использование SSL-шифрования, защиту от распространенных уязвимостей, кросс-браузерную и кросс-платформенную совместимость, включая мобильные устройства, а также масштабируемую архитектуру для обеспечения стабильной работы под нагрузкой. Процесс реализации разбит на стандартные этапы: анализ

требований и проектирование архитектуры, создание прототипов и дизайна, фронтенд- и бэкенд-разработку, тестирование, развертывание и последующую поддержку. Критериями успеха являются достижение заданных показателей по времени оформления заказа, конверсии и стабильности работы системы.

На рис. 2 представлена UML-диаграмма, иллюстрирующая функциональные возможности системы с точки зрения пользователя и администратора. Данная диаграмма отражает ключевые аспекты взаимодействия с системой.

Модель на рис. 3 представляет собой визуализацию процесса разработки проекта с использованием методологии VAD. На диаграмме изображены основные этапы и взаимодействия между участниками проекта, она отражает стандартный жизненный цикл разработки проекта с акцентом на взаимодействие между разработчиком и менеджментом.

Модель на рис. 3 представляет собой визуализацию процесса разработки проекта с использованием методологии VAD. На диаграмме изображены основные этапы и взаимодействия между участниками проекта, она отражает стандартный жизненный цикл разработки проекта с акцентом на взаимодействие между разработчиком и менеджментом.

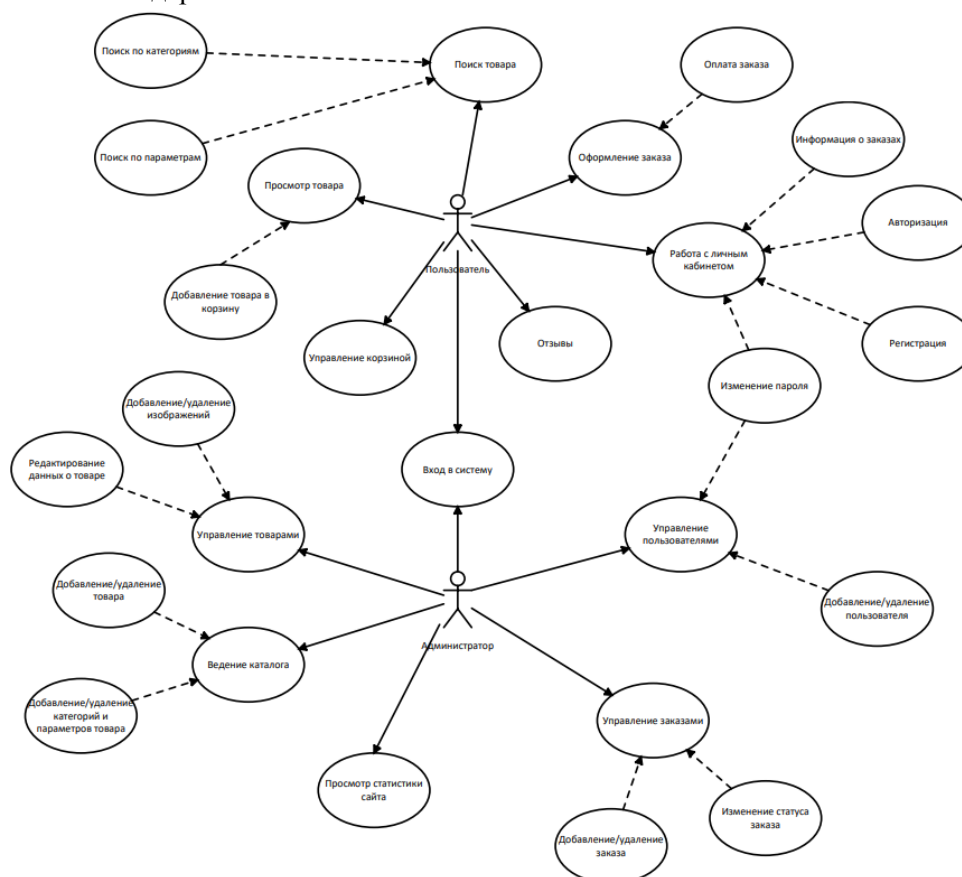


Рис. 2 – UML-диаграмма

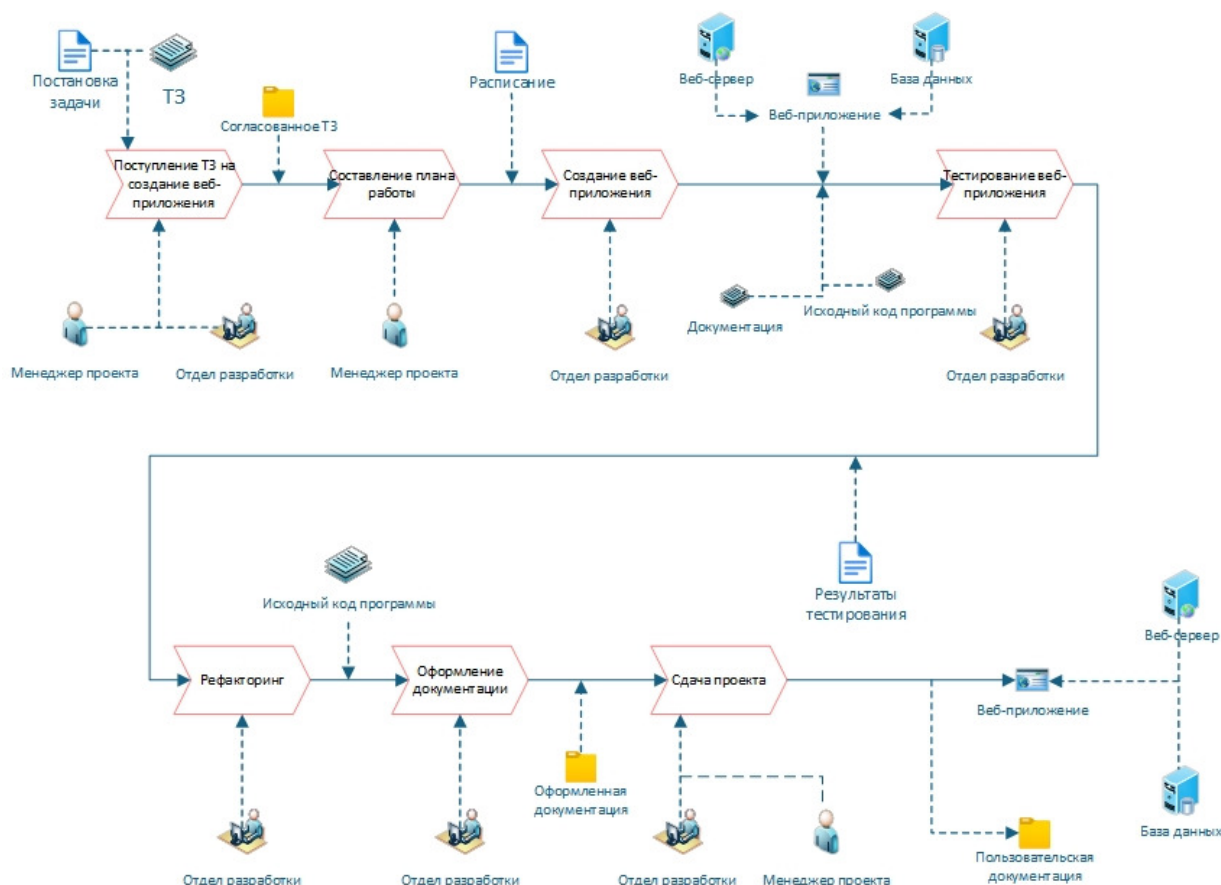


Рис. 3 – VAD-модель разработки проекта

Качество постановки задачи напрямую влияет на успешность реализации проекта. Неполные или противоречивые требования часто становятся причиной значительных переделок и задержек на поздних этапах разработки. Особенно критичными являются ошибки, связанные с недостаточной детали-

зацией функциональных требований, недооценкой нефункциональных характеристик системы и неучтенными рисками интеграции с внешними сервисами. Грамотно составленное техническое задание позволяет минимизировать эти риски и служит надежной основой для успешной реализации проекта.

Сведения об авторах

Вахлаев Артём Сергеевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

УДК 004.42

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФРЕЙМВОРКОВ KIVY И PYQT5 ДЛЯ РАЗРАБОТКИ GUI ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ*

Средняков А.К.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье проводится сравнительный анализ двух популярных фреймворков для разработки графических интерфейсов на Python: Kivy и PyQt5. Рассматриваются их ключевые особенности, производительность, удобство использования, поддержка платформ и возможности кастомизации. На основе проведенного анализа делается вывод по выбору фреймворка в зависимости от требований проекта. Результаты показывают, что Kivy лучше подходит для кроссплатформенных мобильных приложений, а PyQt5 — для сложных десктопных решений с богатым функционалом.

Ключевые слова: Kivy, PyQt5, GUI, Python, производительность.

С развитием вычислительных технологий и увеличением мобильности пользователей возрастают требования к интерфейсам программного обеспечения. В этом контексте Python, как один из наиболее популярных языков программирования, предлагает разработчикам несколько решений для создания GUI. Два наиболее востребованных фреймворка — Kivy и PyQt5 — хотя и решают схожие задачи, но существенно различаются в своей философии, архитектуре и возможностях.

Kivy позиционируется как современный фреймворк с открытым исходным кодом, ориентированный на создание кроссплатформенных приложений, включая мобильные системы. Его главная особенность — использование собственного языка разметки KV и поддержка мультитач-интерфейсов.

Анализируя архитектуру Kivy, следует отметить его модульную структуру и ориентацию на современные парадигмы разработки. Фреймворк использует OpenGL для рендеринга, что обеспечивает высокую производительность графических элементов, но может создавать сложности при интеграции с нативными компонентами операционных систем. Система виджетов в Kivy разработана с нуля и оптимизирована для сенсорных интерфейсов, что делает его особенно привлекательным для мобильной разработки.

В вопросах производительности Kivy показывает отличные результаты в мобиль-

ных приложениях, где важна экономия ресурсов. Его движок оптимизирован для работы на различных устройствах, от бюджетных смартфонов до мощных рабочих станций. Однако при создании сложных десктопных приложений с множеством элементов интерфейса могут возникать проблемы с производительностью.

Одним из ключевых преимуществ Kivy является его истинная кроссплатформенность. Фреймворк поддерживает не только основные десктопные ОС (Windows, macOS, Linux), но и мобильные платформы (Android, iOS), что делает его универсальным инструментом для разработки. При этом Kivy обеспечивает единообразие интерфейса на всех платформах, хотя иногда за счет отклонения от нативных стандартов оформления.

Kivy, будучи более молодым проектом, пока не может похвастаться такой же развитой экосистемой, как PyQt5. Однако его сообщество активно растет, а документация постоянно улучшается. Особого внимания заслуживает система примеров, которая помогает быстро освоить основные возможности фреймворка. Разрабатывая GUI для приложения на Kivy встречается много нюансов, так как данный фреймворк рассчитан для мобильных приложений и не имеет нормальной русскоязычной документации. Пример интерфейса на Kivy представлен на рисунках 1-3.

* работа выполнена под руководством Абдулвелеевой Раузы Рашитовны, канд. пед. наук, доцент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

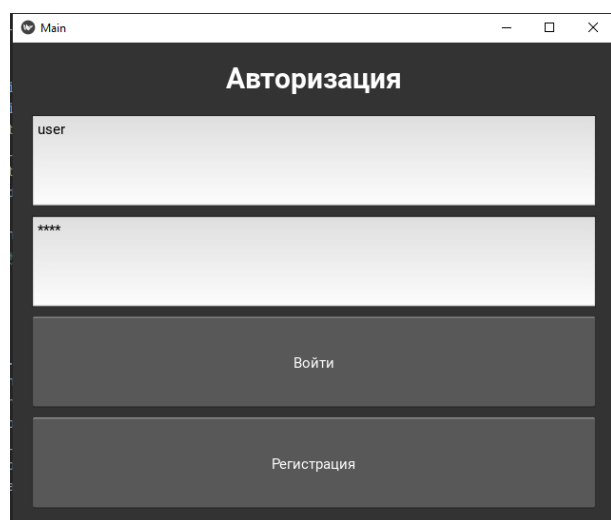


Рис. 1 – Окно авторизации на Kivy

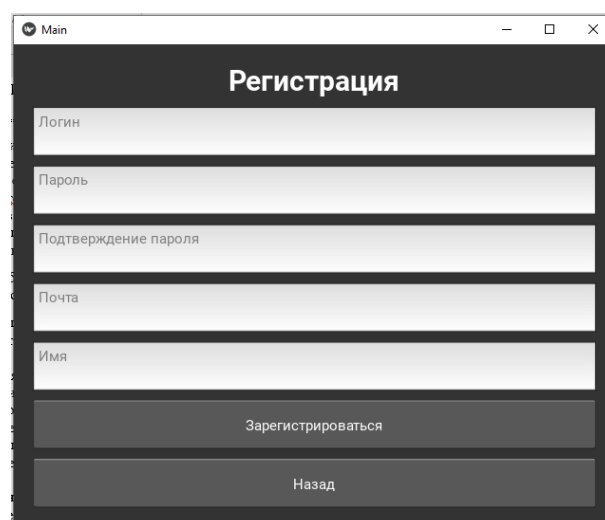


Рис. 2 – Окно регистрации на Kivy

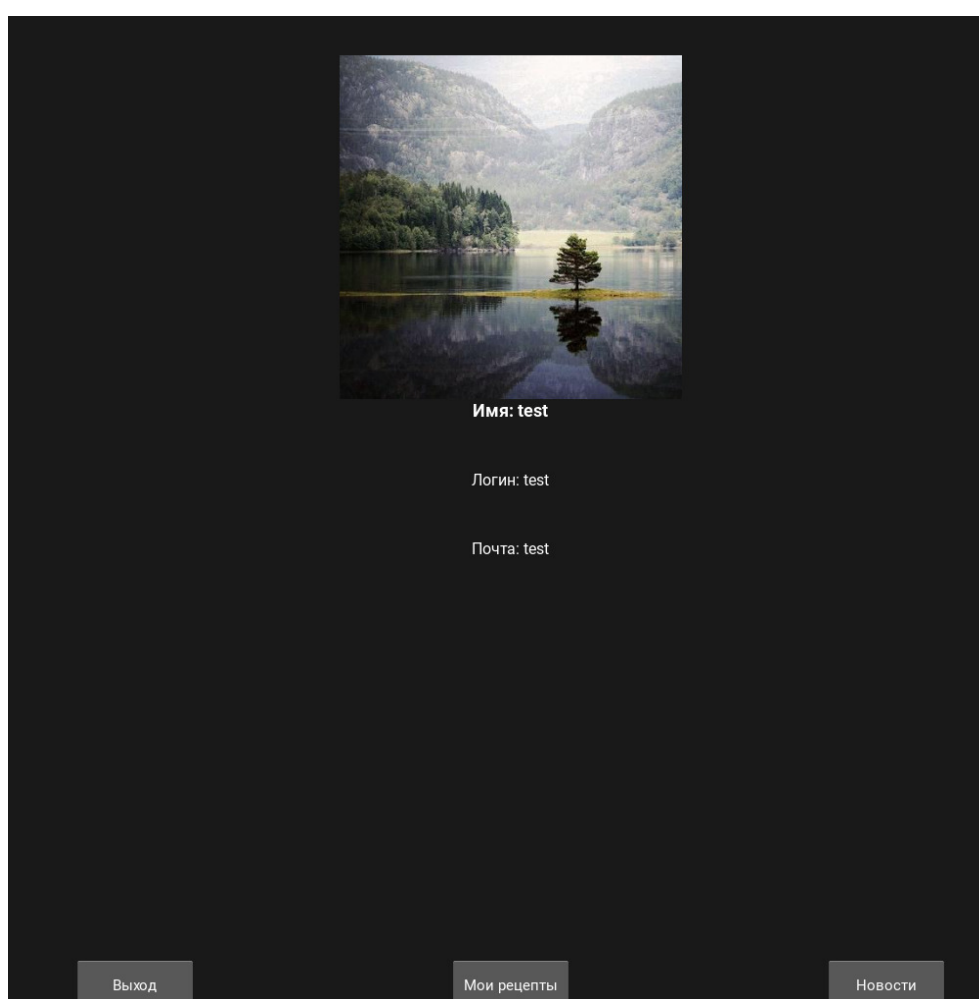


Рис. 3 – Окно профиля пользователя на Kivy

Как видно из примеров, интерфейс для desktop-приложения выглядит несколько архаично. Это связано с тем, что данный фреймворк предназначен исключительно для мобильных приложений.

PyQt5 представляет собой Python-привязку к мощной библиотеке Qt, которая уже несколько десятилетий является стан-

дартом в разработке сложных десктопных приложений.

PyQt5, будучи оберткой вокруг Qt, наследует все преимущества этой проверенной временем библиотеки. Его архитектура основана на сигнально-слотовой модели, которая обеспечивает эффективную коммуникацию между компонентами приложения. Богатый

набор виджетов, включающий сотни элементов, позволяет создавать сложные интерфейсы с минимальными усилиями. Однако эта мощь достигается за счет большего потребления ресурсов и более крутой кривой обучения.

PyQt5 демонстрирует стабильно высокую производительность в десктопной среде. Благодаря многолетней оптимизации Qt, приложения на PyQt5 эффективно используют ресурсы системы, особенно при работе с графикой и сложными вычислениями. Однако для мобильных платформ этот фреймворк подходит меньше из-за большего потребления памяти и менее адаптивного интерфейса.

PyQt5, несмотря на формальную поддержку различных платформ, наиболее эффективен именно в десктопной среде. Попытки использовать его для мобильной разработки часто наталкиваются на ограничения и требуют значительных доработок. Однако

для создания профессиональных приложений под Windows, macOS или Linux PyQt5 остается одним из лучших решений.

Экосистема PyQt5 значительно богаче благодаря длительной истории развития Qt. Разработчики имеют доступ к огромному количеству ресурсов, включая официальную документацию, книги, форумы и готовые решения для типовых задач. Встроенные инструменты вроде Qt Designer значительно ускоряют процесс создания интерфейсов.

Функционал Kivy требует значительного времени для реализации в проекте по сравнению с PyQt5. Из преимуществ разработки GUI следует отметить наличие инструмента Qt Designer, с помощью которого сначала были созданы все макеты, а лишь потом уже началась окончательная сборка проекта. Примеры макетов представлены на рисунках 4-6.

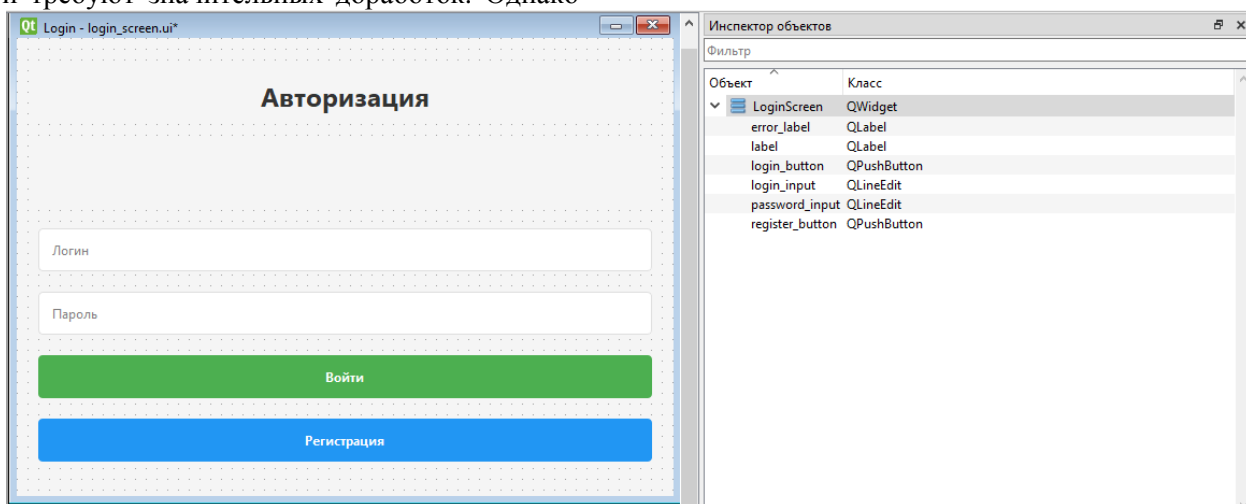


Рис. 4 – Макет окна авторизации

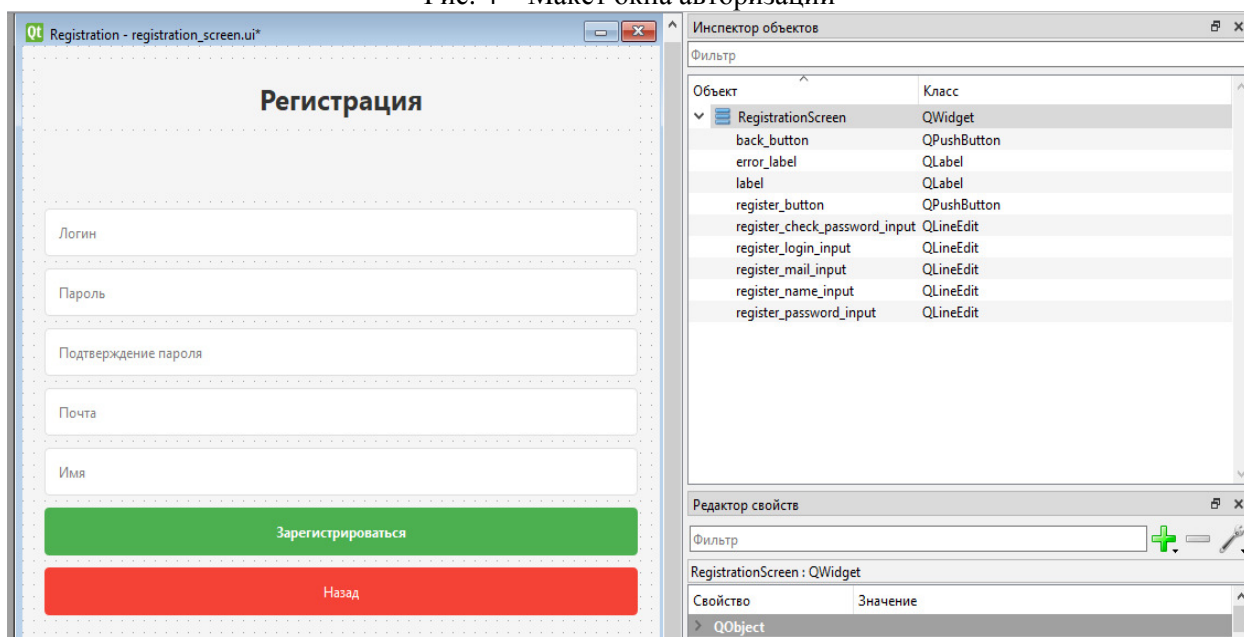


Рис. 5 – Макет окна регистрации

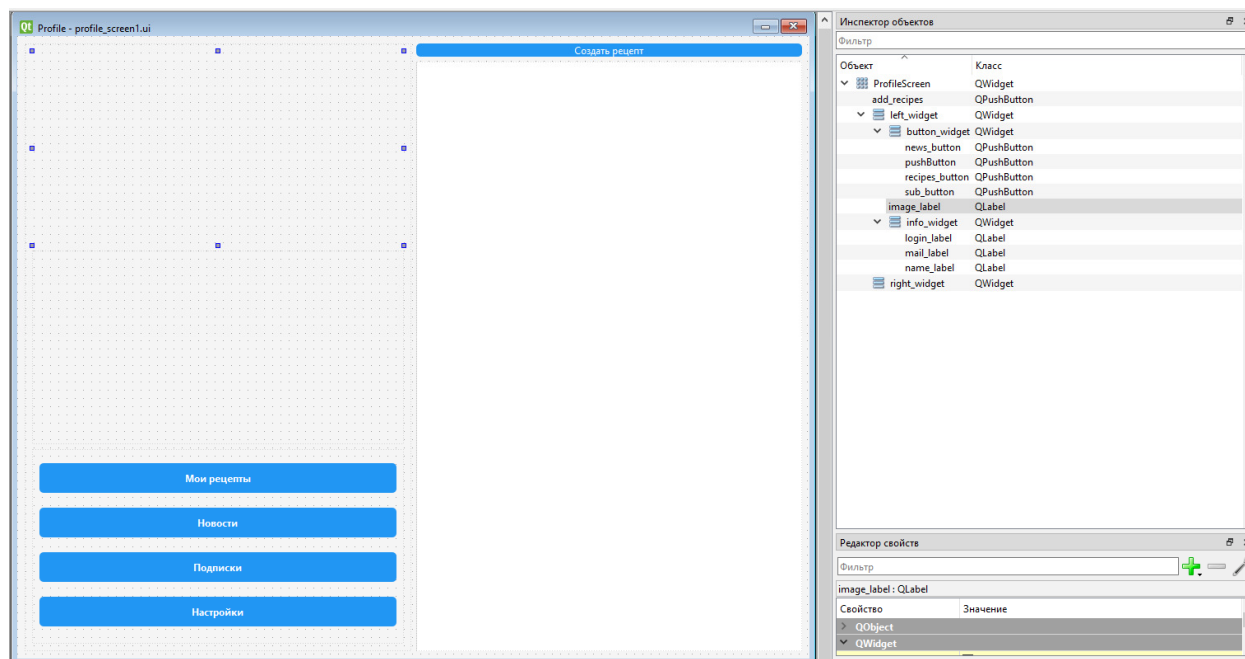


Рис. 6 – Макет окна профиля пользователя

Созданные макеты в Qt Designer были использованы для дальнейшей разработки GUI. Из основных преимуществ данного метода особого внимания требует то что благодаря готовым макета, можно сразу представить вид своего интерфейса. Готовый интерфейс на PyQt5 представлен на рисунках 7-9.

Как видно, из представленных примеров, отличия можно наглядно оценить. Интерфейс стал выглядеть более современно, стал более удобным. А стиль и удобство это одни из главных параметров при разработке GUI.

Проведенный анализ показывает, что выбор между Kivy и PyQt5 должен основываться на конкретных требованиях проекта. Для мобильных и кроссплатформенных решений, особенно ориентированных на сенсорные интерфейсы, Kivy представляет собой оптимальный выбор. Его простота, гибкость и ориентация на современные устройства делают его идеальным инструментом для быстрой разработки.

PyQt5 остается безусловным лидером в области создания сложных десктопных приложений. Его мощь, стабильность и богатая функциональность оправдывают более высокий порог входа и требования к ресурсам. Для профессиональных решений, где важны интеграция с другими технологиями и соответствие стандартам конкретной платформы, PyQt5 не имеет равных.

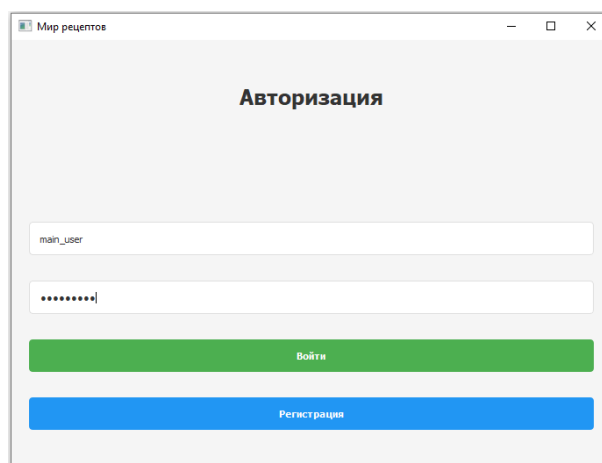


Рис. 7– Окно авторизации на PyQt5

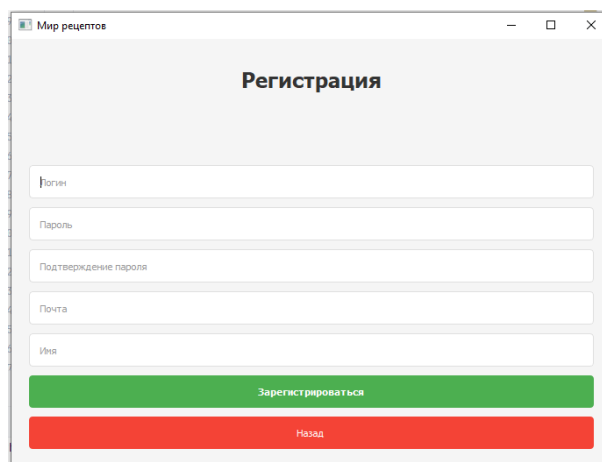


Рис. 8 – Окно регистрации на PyQt5

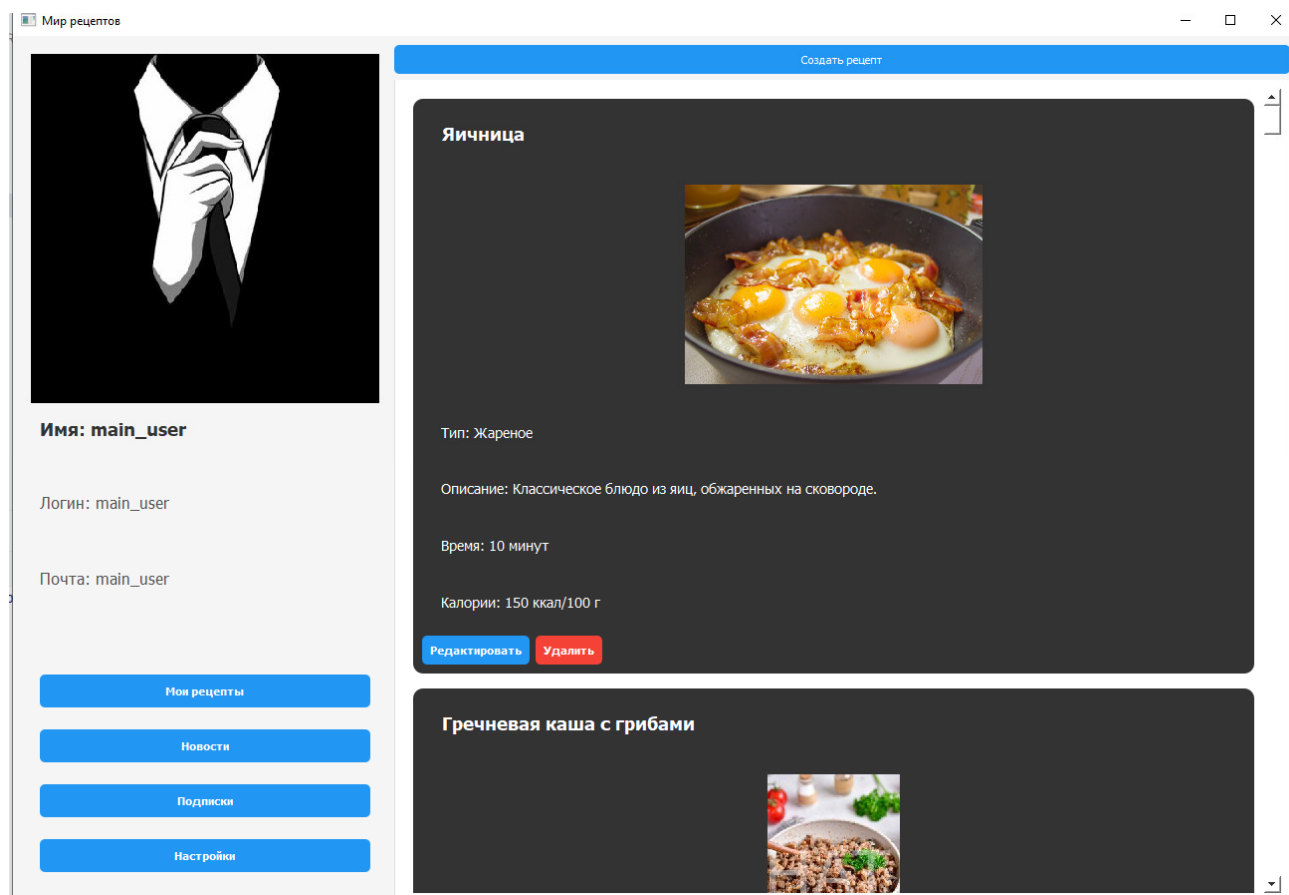


Рис. 9 – Окно профиля пользователя

Перспективы развития обоих фреймворков выглядят promising. Kivy активно развивает поддержку новых платформ и улучшает инструменты для разработчиков. PyQt5, следуя за развитием Qt, продолжает расширять свои возможности, оставаясь флагманом в области создания графических интерфейсов на Python.

Сведения об авторах

Средняков Алексей Константинович, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: example@mail.ru

Литература

1. Бизли Д. Python. Подробный справочник. – СПб.: Символ-Плюс, 2020. – 864 с.
2. Джудит, Джефф, Ланц, Хайнц. PostgreSQL 14. Полное руководство. – М.: ДМК Пресс, 2023.
3. Головатый А. PyQt5. Разработка приложений. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 456 с.

УДК 004.42

АРХИТЕКТУРА BACK-END ДЛЯ КУЛИНАРНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «МИР РЕЦЕПТОВ»

Ржевский С.А., Абдулвелеева Р.Р.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье представлена архитектура back-end части приложения «Мир рецептов», предназначенного для создания, хранения и обмена кулинарными рецептами. Описаны ключевые этапы проектирования системы, выбор технологического стека (Python, Flask, PostgreSQL), проектирование базы данных, реализации API и обеспечение безопасности. Особое внимание уделено оптимизации производительности, масштабируемости, защите от DDoS-атак, соответствию современным требованиям к веб-приложениям.

Ключевые слова: back-end, Flask, PostgreSQL, API, безопасность, оптимизация.

Современные цифровые технологии активно проникают в сферу кулинарии, предоставляя пользователям удобные инструменты для поиска, сохранения и обмена рецептами. Однако многие существующие решения сталкиваются с проблемами связанными с производительностью и с ограниченной функциональностью.

В данной работе рассматривается разработка back-end части приложения «Мир рецептов», направленного на решение этих проблем.

Для реализации проекта был выбран стек технологий, включающий [2, 3, 4]:

Python — благодаря высокой скорости разработки и богатой экосистеме библиотек.

Flask — легковесный фреймворк, обеспечивающий гибкость и производительность.

PostgreSQL — надежная СУБД с поддержкой сложных запросов и JSON-данных.

Основные этапы разработки:

Проектирование базы данных основана на разработке ERD-диаграммы, где оптимизированы связи между таблицами.

Реализация API позволило разработать эндпоинты для авторизации, работы с рецептами и социального взаимодействия.

Обеспечение безопасности обеспечивается внедрением системы лимитного подключения по IP-адресам и логированию действий.

Оптимизация решена с использованием «ленивой загрузки» для снижения нагрузки на сервер.

В результате получены:

Производительность: сервер обрабатывает до 1000 запросов в секунду.

Функциональность: реализованы все запланированные API, включая создание, редак-

тирование и удаление рецептов, а также подписки на пользователей.

Безопасность: защита от DDoS-атак и утечек данных обеспечена за счет лимитов подключений и шифрования.

Разработанное back-end решение для приложения «Мир рецептов» демонстрирует высокую эффективность, масштабируемость и безопасность. Использование современных технологий позволило создать надежную систему, готовую к дальнейшему расширению. Перспективы развития включают интеграцию с внешними сервисами и улучшение персонализации рекомендаций.

Диаграмма сценариев размещённая на рисунке 1 описывает процесс управления рецептами через две категории пользователей: авторизованных и неавторизованных. Авторизованный пользователь имеет доступ к более широкому набору действий, в то время как неавторизованный сначала должен пройти процесс регистрации. Сценарии включают основные действия, такие как создание, редактирование и удаление рецептов, а также показывают взаимосвязь между этими действиями через механизмы расширения и включения.

База данных проекта [1], сконструирована по следующему принципу: есть главная таблица users в которой хранятся все данные пользователей; таблица users связана с тремя таблицами photo, recipes, subscribes; они в свою очередь связаны по ключу id в таблице users.

В таблице photo хранятся фотографии пользователей. В таблице recipes хранятся рецепты пользователей, при чем только те, которые с пометкой публичные. В таблице subscribes хранятся ключи пользователей и тех пользователей, на которые они подписа-

ны. Для каждого пользователя в базе создается своя таблица по типу {логин}_table сделано это с целью упрощения хранения частных рецептов пользователей, чтобы не нагружать таблицу recipes. В этих таблицах

хранятся все рецепты пользователя, для его личного просмотра и взаимодействия с ними.

ERD-диаграмма базы данных приведена на рисунке 2.



Рис. 1 – Диаграмма сценариев

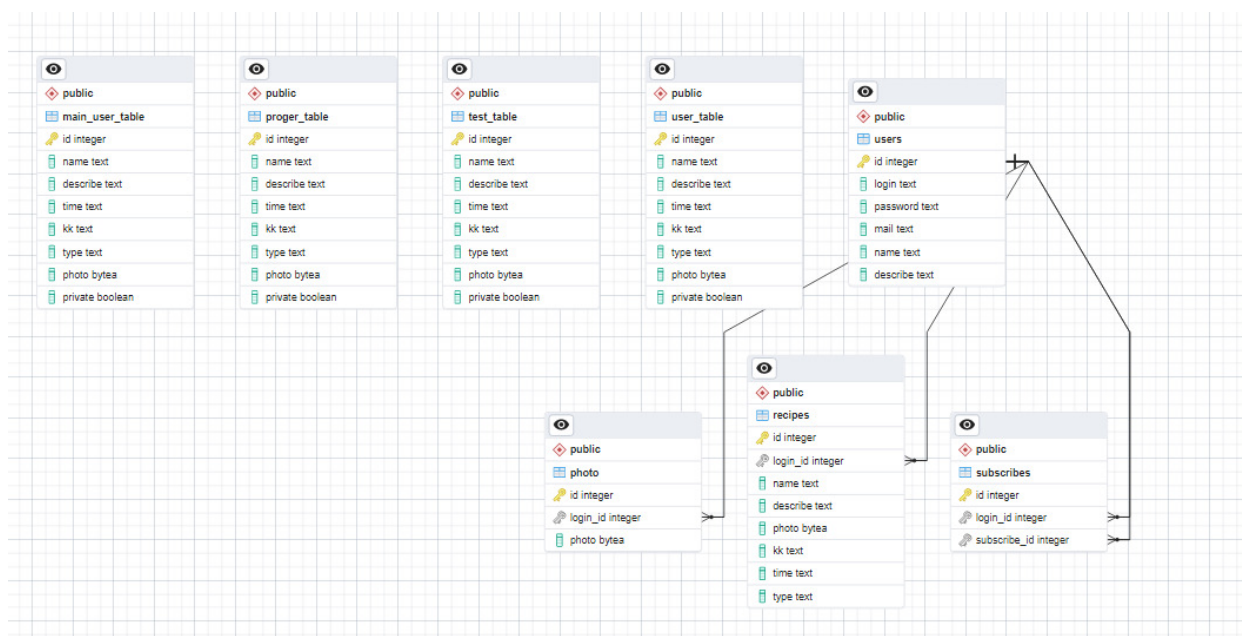


Рис. 2 – ERD-диаграмма базы данных

База данных должна быть не только хранилищем всей информации, а в первую очередь грамотно спроектирована для лучшей оптимизации и защиты потери данных.

Для лучшей работы базы данных использовались связи между таблицами, чтобы не нагружать базу одинаковыми таблицами с одинаковыми данными, использовалась индексация.

Связи таблиц в первую очередь нужны для оптимизации работы базы данных, более грамотного её построения, для снижения нагрузки с сервера обеспечивая логику, для экономии ресурсов за счёт занимаемого места базой. Такую базу удобнее поддерживать

и расширять при необходимости, а так, же грамотно построенная база может поддерживать запись данных разного типа.

База данных приложения Сеть «Мир рецептов» разработана с учётом этих особенностей, что обеспечивает хорошую скорость, оптимизацию, масштабируемость и дальнейшую развертку.

На рисунках 4 и 5 предложены фрагменты кода для защиты сервера от DDoS атак и реализации системы лимитного подключения по ip адресам.

Для обеспечения работы с ошибками и отслеживания нарушений работы сервера создана функция логирования всех действий

сервера. Это позволит в дальнейшем оказать помощь пользователю в решении возможных проблем связанных с работой сервера. Реализация функции логирования показана на рисунке 6.

```
limiter = Limiter(key_func=get_remote_address)
```

Рис. 4 – Инициализация лимита подключений.

```
@limiter.limit("5 per minute")
```

Рис. 5 – Вызов функции лимита подключений

```
def log_registration(ip_address, timestamp, func, data=None): # Raripap *
    print(data)

    try:
        conn = psycopg2.connect(**db_params_log)
        cur = conn.cursor()

        data_json = json.dumps(data) if data is not None else None

        cur.execute( query: 'INSERT INTO logs (func, ip_address, timestamp, data) VALUES (%s, %s, %s, %s)',
                    vars: (func, ip_address, timestamp, data_json))

        conn.commit()

    except Exception as e:
        print(f"Ошибка при записи в базу данных: {e}")
    finally:
        if cur:
            cur.close()
        if conn:
            conn.close()
```

Рис. 6 – Функция логирования

Для тестирования нагрузки сервера, использовалась библиотека locust. Locust — это современная, высокопроизводительная библиотека для нагрузочного тестирования на Python, которая позволяет создавать сценарии тестирования, имитирующие поведе-

ние пользователей, и измерять производительность системы под нагрузкой.

Для тестирования были заданы все API сервера и 100 пользователей одновременно находящихся на сервере выполняя запросы (рисунок 7).

 LOCUST

Host

http://127.0.0.1:5000

Status

STOPPED

RPS

8.6

Failures

10%

NEW

RESET



STATISTICS

CHARTS

FAILURES

EXCEPTIONS

CURRENT RATIO

DOWNLOAD DATA

LOGS

LOCUST CLOUD

Type	Name	# Requests	# Fails	Median (ms)	95%ile (ms)	99%ile (ms)	Average (ms)	Min (ms)	Max (ms)	Average size (bytes)	Current RPS	Current Failures/s
POST	/Authentication	100	0	21000	22000	22000	20067.02	4826	22056	196	0	0
POST	/Create_my_private_recipes	115	0	10000	14000	14000	10387.23	6270	14432	170	1.4	0
POST	/News	178	0	10000	13000	14000	10126.5	5249	14068	183	2.2	0
POST	/Registration	100	0	9100	11000	11000	7716.55	306	11334	235	0	0
POST	/Rename_account	86	86	10000	13000	14000	10374.97	6078	13983	265	1	1
GET	/recipes	276	0	10000	14000	15000	10674.71	6496	15006	10895323	4	0



Рис. 7 – Тестирование нагрузки

На рисунке видно, что сервер отработал без ошибок и успешно обработал все запросы и вернул результаты.

На рисунке 8 показаны графики результата тестирования нагрузки сервера. Показано отношение RPS и Failures/s к секунде

времени. RPS – это удачные запросы - на рисунке отмечены графиком зелёного цвета, а Failures/s – это неудачные запросы - на ри-

сунке это график красного цвета. Как видно на рисунке 8 - число удачных запросов значительно больше, чем неудачных.

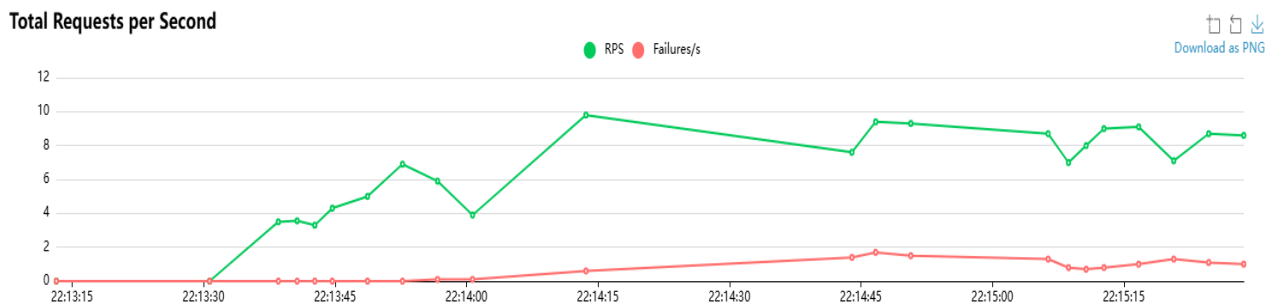


Рис. 8 – График тестирования

Такой результат подтверждает, что сервер хорошо масштабируется и способен выдерживать пиковые нагрузки без значительного снижения производительности. Незначительные всплески неудачных запросов могут быть связаны с кратковременными задержками сети или особенностями работы API, но в целом система обрабатывает стабильно. Это позволяет сделать вывод о готовности сервера к эксплуатации в реальных условиях с аналогичной или даже большей нагрузкой.

Таким образом, в ходе тестирования было выявлено, что предложенная архитектура back-end для веб-приложения отвечает разработанным к нему в техническом задании функциональным и нефункциональным требованиям.

Сведения об авторах

Ржевский Степан Алексеевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

Абдулвелеева Рауза Рашитовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры математики и естествознания. Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: rashitovna-2011@mail.ru.

Литература

1. Абдулвелеева Р.Р., Ржевский С.А. Разработка backend и базы данных приложения «сеть Мир-рецептов» // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 83-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск, 2025 – С. 109.
2. Гринберг М., Грюнвальд Г. Flask. Разработка веб-приложений на Python. – М.: ДМК Пресс, 2022.
3. Джудит, Джефф, Ланц, Хайнц. PostgreSQL 14. Полное руководство. – М.: ДМК Пресс, 2023.
4. Официальная документация Flask. — URL: <https://flask.palletsprojects.com/> (дата обращения: 20.11.2024).

УДК 004.514

РАЗРАБОТКА WEB-ИНТЕРФЕЙСА ПРИЛОЖЕНИЯ «СЕТЬ-МИР РЕЦЕПТОВ»*

Ковальчук М.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. Рассматривается разработка веб-приложения для создания и публикации собственных кулинарных рецептов. Приложение использует данные, получаемые с сервера, в которых содержится информация о пользователях web-приложения и созданных ими рецептах. Визуализация реализована с помощью удобной связки языков программирования HTML, CSS и JavaScript. Решение позволяет удобно создавать рецепты, редактировать, удалять рецепты, а также обмениваться ими с другими пользователями с помощью страницы новостей.

Ключевые слова: веб-приложение, HTML, CSS, JavaScript, интерфейс.

Веб-приложение представляет собой клиент-серверное решение, в рамках которого клиент взаимодействует с веб-сервером. Логика работы приложения делится между сервером и клиентом, а данные преимущественно хранятся на сервере, что подразумевает обмен информацией по сети. Одним из ключевых преимуществ этого подхода является независимость клиентов от конкретной операционной системы, что делает веб-приложения межплатформенными решениями.

Применение веб-приложений охватывает все сферы жизни и бизнеса благодаря их доступности через интернет и независимости от аппаратной платформы.

Современные пользователи сталкиваются с большим количеством информации о кулинарии, что делает трудным поиск действительно качественных рецептов и их систематизацию. Программа предназначена для хранения и обмена кулинарными рецептами, что позволяет пользователям не только находить новые блюда, но и делиться собственными кулинарными изысками. Важной частью программы является возможность взаимодействия между пользователями через систему подписки, что создает сообщество кулинаров. Система авторизации поможет пользователям находить рецепты от их любимых авторов, а также вести свой собственный аккаунт и следить за ним.

Для создания веб-интерфейса приложения «Мир рецептов» были выбраны базовые

технологии фронтенд-разработки: HTML, CSS и JavaScript. Этот выбор обусловлен их универсальностью, широкой поддержкой и возможностью создать интерактивный, отзывчивый и удобный интерфейс без избыточных зависимостей.

Преимущества выбранного стека

1. HTML – стандартный язык разметки, обеспечивающий структуру веб-страницы. Его простота и читаемость позволяют быстро создавать каркас интерфейса, включая формы для добавления рецептов, навигационные элементы и блоки с контентом.

2. CSS – инструмент для стилизации, который дает полный контроль над внешним видом приложения. С его помощью можно реализовать:

- адаптивный дизайн (под разные устройства),
- анимации и плавные переходы,
- единообразное оформление всех компонентов.

3. JavaScript – ключевая технология для добавления интерактивности. Он позволяет:

- динамически загружать и фильтровать рецепты без перезагрузки страницы,
- валидировать формы перед отправкой,
- реализовать удобный редактор рецептов с возможностью предпросмотра.

* работа выполнена под руководством Абдулвелеевой Раузы Рашитовны, канд. пед. наук, доцент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

Хотя современные фреймворки (React, Vue.js, Angular) предлагают мощные инструменты для создания сложных SPA-приложений, в данном проекте было принято решение использовать чистый JavaScript в сочетании с серверной частью на Python. Это обусловлено следующими ключевыми факторами:

1. Архитектурный подход - поскольку для моего сайта был разработан специализированный сервер на Python, логика работы и рендеринг основных страниц эффективно обрабатываются на стороне сервера. Это снижает необходимость в сложном клиентском фреймворке.

2. Минимализм и производительность – отсутствие дополнительных фронтенд-зависимостей значительно ускоряет первоначальную загрузку страницы и упрощает процесс разработки.

3. Полный контроль над кодом – работа с чистым JavaScript позволяет избежать необходимости изучения сторонних API и подстройки под ограничения фреймворков, обеспечивая полную свободу в реализации функционала.

4. Оптимизация для конкретных задач – для данного проекта, где основная бизнес-логика реализована на сервере, использование чистого JavaScript оказалось наиболее рациональным и эффективным решением.

5. Быстрое прототипирование - при относительно небольшом объеме клиентской логики "чистый" JS позволяет быстрее создавать и тестировать функциональные компоненты.

Диаграмма отображает последовательность шагов при создании рецепта, включая

проверки данных, обработку на стороне сервера и клиента, а также уведомления о результатах операции.

Основные этапы:

1. Старт
 - Пользователь инициирует создание рецепта.
2. Проверка данных
 - Frontend: Проверяет валидность введенных данных.
 - При ошибке выводит уведомление и завершает процесс.
 - Backend: Проверяет, существует ли такой рецепт в базе.
 - Если рецепт найден, пользователь получает уведомление о дублировании.
3. Сохранение рецепта
 - Если данные корректны и рецепт уникален, система сохраняет его.
 - Пользователь получает подтверждение об успешном создании.
4. Конец
 - Процесс завершается отправкой соответствующего уведомления (о дублировании или успешном добавлении).

Взаимодействие Frontend и Backend:

- Frontend отвечает за первичную валидацию и отображение уведомлений.
- Backend проверяет наличие рецепта в базе и выполняет сохранение.

На рис. 1 представлена диаграмма действий. Она наглядно демонстрирует логику работы системы, включая обработку ошибок и информирование пользователя на каждом этапе.

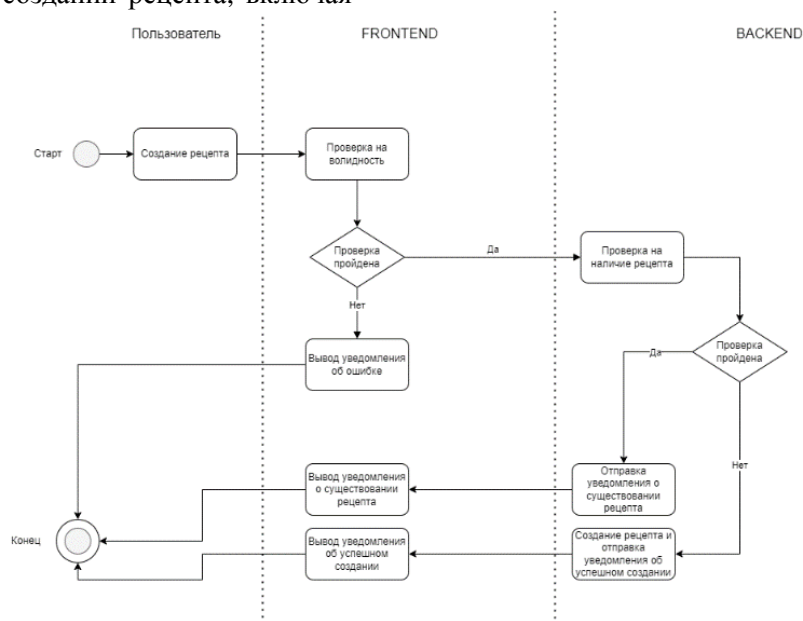


Рис. 1 – Диаграмма действий

Реализация

В данной работе пользовательский интерфейс был реализован с помощью стандартных веб-технологий. Созданы следующие основные страницы:

1. authorization.html - страница авторизации, содержащая форму для ввода логина и пароля пользователя. Стилизация выполнена в файле authorization.css, а логика обработки ввода реализована в JavaScript-коде страницы.

2. registration.html - форма регистрации нового пользователя с полями для ввода учетных данных и подтверждения пароля. Как и другие страницы, использует собственный CSS-файл registration.css для оформления.

3. profile.html - личный кабинет пользователя, отображающий информацию об аккаунте и список добавленных рецептов.

Взаимодействие реализовано через JavaScript.

4. news.html - лента новостей, показывающая рецепты других пользователей с возможностью подписки и фильтрации.

5. settings.html - страница настроек аккаунта с функционалом изменения данных и удаления профиля.

Каждая страница имеет соответствующую таблицу стилей (.css) и содержит встроенный JavaScript-код для реализации интерактивности. Архитектура проекта построена по принципу разделения кода (HTML - структура, CSS - оформление, JavaScript - логика).

Ниже представлен фрагмент кода основной страницы profile.html. Данный фрагмент кода реализует работу основной страницы web-интерфейса представленной на рис. 3.

```
<input type="file" name="recipe_photo" id="recipePhoto" accept="image/*">
<div id="currentPhotoContainer" style="display: none; margin-top: 10px;">
  <span>Текущее фото:</span>
  <img id="currentPhotoPreview" src="" style="max-width: 100px; max-height: 100px; display: block; margin-top: 5px;">
</div>

<div class="modal-buttons">
  <button type="button" id="modalSubmitBtn" onclick="handleRecipeSubmit()">Сохранить рецепт</button>
  <button type="button" onclick="closeRecipeModal()">Закрыть</button>
</div>
</form>
</div>
</div>
<script>
document.addEventListener('DOMContentLoaded', function() {
  const savedTheme = localStorage.getItem('theme');
  if (savedTheme === 'dark') {
    applyDarkTheme();
    document.getElementById('themeToggle').checked = true;
  }
  loadProfile();
});
```

Рис. 2 – Фрагмент кода страницы профиля

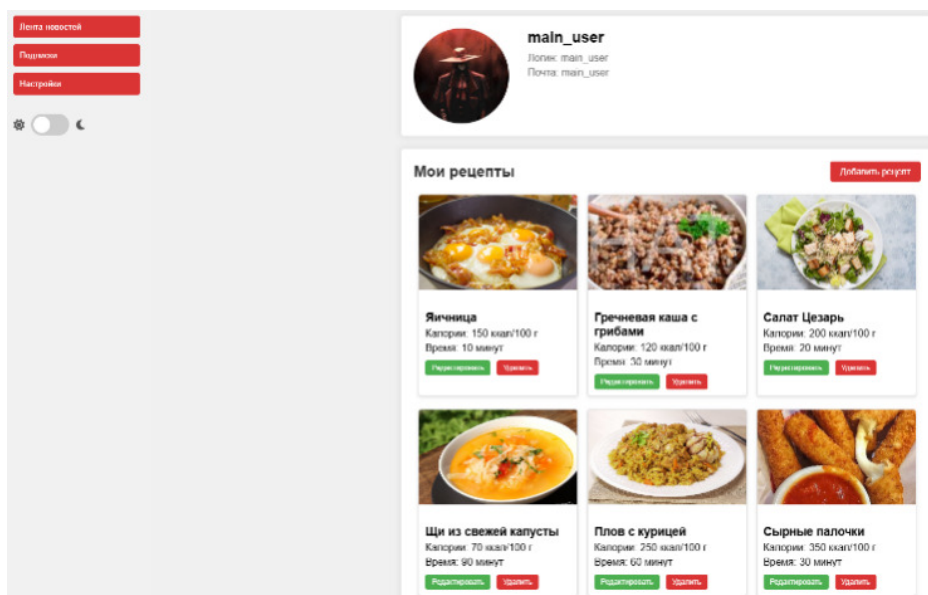


Рис. 3 – Страница профиля

В ходе выполнения работы была успешно разработана веб-платформа представляющая собой удобное и функциональное решение для хранения, поиска и обмена кулинарными рецептами. Основной акцент в проекте был сделан на создание интуитивно понятного интерфейса, обеспечивающего комфортное взаимодействие пользователей с сервисом.

Интерфейс платформы был спроектирован с учетом принципов юзабилити, включая интуитивную навигацию, динамическую загрузку контента без перезагрузки страницы, а также подтверждение критических действий, таких как удаление аккаунта или изменение данных. Это позволило минимизировать количество ошибок и повысить удобство взаимодействия с сервисом.

В ходе работы были составлены диаграммы, наглядно демонстрирующие логику работы системы и взаимодействие между компонентами. Это помогло структурировать процесс разработки и обеспечить четкое понимание функционала приложения.

Литература

1. MDN Web Docs - HTML: HyperText Markup Language [Электронный ресурс]. – URL: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/HTML> (дата обращения: 01.05.2025).
2. MDN Web Docs - CSS: Cascading Style Sheets [Электронный ресурс]. – URL: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/CSS> (дата обращения: 01.05.2025).
3. W3Schools - HTML Tutorial [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.w3schools.com/html/> (дата обращения: 03.05.2025).
4. W3Schools - CSS Tutorial [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.w3schools.com/css/> (дата обращения: 03.05.2025).
5. MDN Web Docs - JavaScript [Электронный ресурс]. – URL: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript> (дата обращения: 03.05.2025).
6. ECMA International - ECMAScript® 2024 Language Specification [Электронный ресурс]. – URL: <https://tc39.es/ecma262/> (дата обращения: 04.05.2025).
7. JavaScript.info - Современный учебник JavaScript [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.javascript.ru/> (дата обращения: 05.05.2025).

Сведения об авторах

Ковальчук Максим Владимирович, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: maksimka.kovalchuk.98@inbox.ru.

УДК 62.53

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МОСТОВЫМ КРАНОМ

Белоусов А.О., Белых Д.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. Системы автоматического управления технологическими процессами находят все больше сфер применения, особенно в условия производства. В настоящее время предприятия все активней модернизируют установки, уходя от «жесткой» логики в виде релейно-контакторных схем в пользу систем управления во главе с контроллером. Такие системы позволяют решать задачи по управлению технологическим процессом без участия человека. Такие системы все чаще находят себя в системах управления металло-обработкой, контроль и выполнение технологического процесс в сложных и опасных для человека условиях. В данной статье авторы проводят проектирование системы автоматического управления мостовым краном, а так же подбор оборудования для системы.

Ключевые слова: контроллер, profinet, энкодер, преобразователь частоты, tia portal

Система АСУ ТП мостовым краном – система, управляющая мостовым краном по перемещению груза из положения А в положение Б.

Основной алгоритм работы крана заключается в последовательности действий, которая включает в себя захват груза, поднятие его на определенную высоту, перемещение в другую точку, опускание груза и его отцепление.

Для написания алгоритма работы системы управления была использована среда разработки производства компании Siemens

TIA PORTAL, а в качестве аппаратной реализации был выбран контроллер Siemens S7 314c-2PN/DP с двумя модулями ввода и вывода как дискретных, так и аналоговых сигналов на борту. Этот контроллер поддерживает 2 основных протокола передачи данных, разработанные этой же компанией MPI/ProfiBus на базе последовательного интерфейса RS-485 и ProfiNet, на базе интерфейса Ethernet.

Топология представлена на рис. 1.

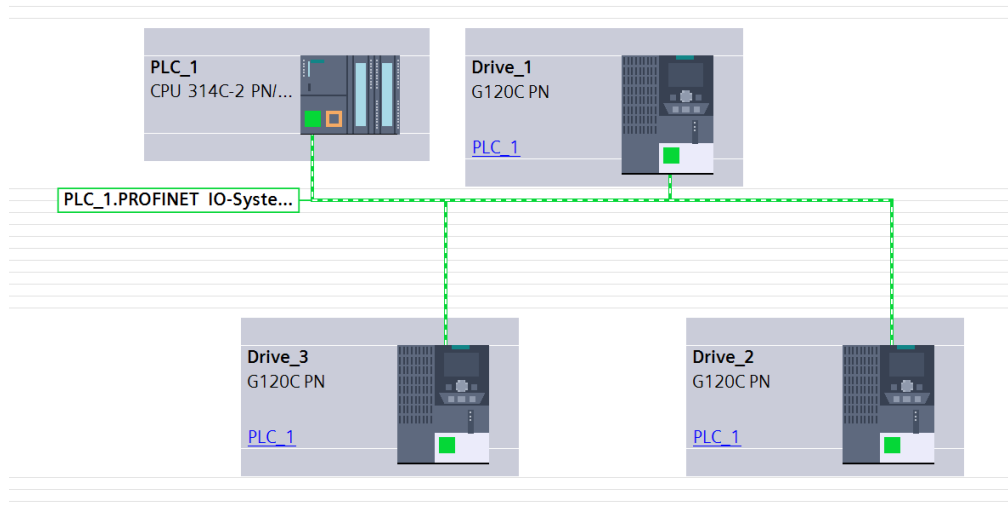


Рис. 1 – Топология протокола ProfiNet

Реализация управления преобразователем частоты по этому протоколу начинается с поиска в документации таблицы по коммуникации по Profinet. Телеграмма — это набор данных из PQW и PZD областей, т. е. входных и выходных областей, которые позволяют как считывать, так и записывать данные в

преобразователь частоты.

Телеграмма была выбрана 999, ее уникальность в том, что ее можно конфигурировать самостоятельно, т. е. вставить в нее считывание/запись тех параметров, которые действительно нужны по технологическому процессу.

Поддерживаемые телеграммы преобразователя частоты G120C представлены на

рис. 2.

Тип телеграммы (p0922)	Данные процесса (PZD) - управляющие слова и слова состояния, заданные и фактические значения							
	PZD01 STW1 ZSW1	PZD02 HSW HIW	PZD03	PZD04	PZD05	PZD06	PZD07	PZD08
Телеграмма 1 Управление по скорости, PZD 2/2	STW1	NSOLL_A	← Преобразователь получает эти данные от контроллера					
	ZSW1	NIST_A	⇒ Преобразователь отправляет эти данные на контроллер					
Телеграмма 20 Управление по скорости, VIK/NAMUR PZD 2/6	STW1	NSOLL_A						
	ZSW1	NIST_A GLATT	IAIST_ GLATT	MIST_ GLATT	PIST_ GLATT	MELD_ NAMUR		
Телеграмма 352 Управление по скорости, PCS7 PZD 6/6	STW1	NSOLL_A	PCS7 данные процесса					
	ZSW1	NIST_A GLATT	IAIST_ GLATT	MIST_ GLATT	WARN_ CODE	FAULT_ CODE		
Телеграмма 353 Управление по скорости, PKW 4/4 и PZD 2/2	STW1	NSOLL_A						
	ZSW1	NIST_A GLATT						
Телеграмма 354 Управление по скорости, PKW 4/4 и PZD 6/6	STW1	NSOLL_A	PCS7 данные процесса					
	ZSW1	NIST_A GLATT	IAIST_ GLATT	MIST_ GLATT	WARN_ CODE	FAULT_ CODE		
Телеграмма 999 Свободное соединение через BICO PZD n/m (n,m = 1 ... 8)	STW1	Длина телеграммы при приеме может конфигурироваться до макс. 8 слов						
	ZSW1	Длина телеграммы при передаче может конфигурироваться до макс. 8 слов						

Рис. 2 – Таблица с поддерживаемыми телеграммами Profinet

В текущей задаче необходимо задавать частоту вращения двигателей, а считывать текущую скорость, текущий ток, текущий момент в процентах, текущую мощность и коды предупреждений и ошибок.

В качестве аппаратной реализации было выбрано оборудование производства компании Siemens.

Система состоит из трех трехфазных асинхронных двигателей кранового исполнения на напряжение 380В, управляемых частотными преобразователями Siemens G120C, которые в свою очередь управляются напрямую с контроллера. Так же в систему включены инкрементальные энкодеры в количестве двух штук для отслеживания положения исполнительных механизмов в рабочей зоне.

Помимо основного алгоритма необхо-

димо уделить внимание аварийным и сервисным подсистемам.

В сервисные системы были введены алгоритмы притормаживания при приближении к граничной точке рабочей зоне, алгоритм смыкания колодок механического тормоза для грузового привода, чтобы груз не упал обратно вниз.

Помимо панели была разработана панель оператора, где оператор или инженер задает области остановки, скорость перемещения, типы и зоны торможения и тому подобные параметры.

На панель выведены все текущие аварии в виде бегущей строки для упрощения понимания состояния конкретного узла оборудования.

Панель оператора приведена на рис. 3



Рис. 3 – Окно панели оператора

Таким образом, была спроектирована систему автоматического управления мостовым краном с возможностью работы в автоматическом режиме.

Литература

1. Baskov S.N., Litsin K.V. Determination of the angular position of the rotor of a synchronous motor by connecting a high-frequency signal in the excitation winding (2015) International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 - Proceedings 2015. С. 7146993.
2. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учебное пособие для студентов вузов / Под ред. И.Я. Браславского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.
3. Клименко А.А., Белых Д.В. Сравнение программируемых логических контроллеров на примере «ОВЕН ПЛК 200/ПЛК 210» и «SIEMENS SIMATIC S7-300» // Наука и производство Урала. 2022. Т.18. С. 60–61.

Сведения об авторах

Белоусов Алексей Олегович, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misys.ru.

Белых Дарья Васильевна, старший преподаватель кафедры электроэнергетики и электротехники, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misys.ru.

УДК 62.53

КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

Белых Е.В., Белых Д.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В данной работе проведено исследование комплексных чисел в электрических цепях, их форма записи, а также сравнение численного расчета с полученным в результате моделирования.

Ключевые слова: комплексные числа, форма записи, моделирование, амплитуда, частота, электрическая цепь.

Комплексные числа представляют собой числа вида $z=a+bi$, где a — действительная часть, b — мнимая часть, а i — мнимая единица, для которой выполняется равенство $i^2=-1$. В электротехнике комплексные числа используются для описания переменных токов и напряжений. В частности, они помогают упростить расчеты цепей, содержащих активные (резисторы) и реактивные (конденсаторы и катушки индуктивности) элементы.

Комплексные числа можно записывать в нескольких формах: алгебраической, тригонометрической и показательной. В электрических схемах можно встретить все эти формы записи.

Было проведено исследование электри-

ческой цепи, содержащей активные и реактивные элементы. Её изображение и результаты расчета токов представлены на рис. 1 и 2.

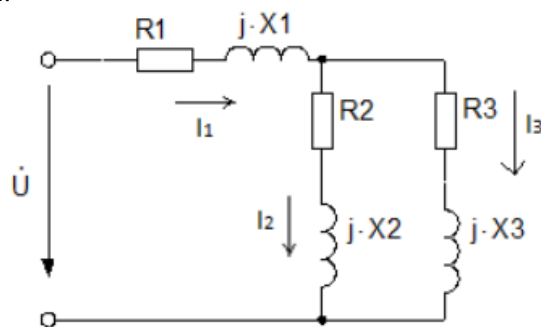


Рис. 1 – Исследуемая электрическая схема

Исходные данные: $U = 90 \text{ В}$, $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 100 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$, $X_1 = 10 \text{ Ом}$, $X_2 = 10 \text{ Ом}$, $X_3 = 10 \text{ Ом}$.

По результатам расчета токов, в программе Microsoft Excel были построены векторные диаграммы и графики мгновенных значений. Они представлены на рис. 3 и 4.

$$I_1 = 2,46 - j2,28 = \sqrt{2,46^2 + 2,28^2} \cdot e^{j \arctg \frac{-2,28}{2,46}} = 3,35 \cdot e^{-j42,8^\circ} \text{ А}$$

$$I_1 = 3,35 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t - 42,8^\circ) = 4,74 \cdot \sin(\omega \cdot t - 42,8^\circ) \text{ А}$$

$$I_2 = 0,42 - j0,06 = \sqrt{0,42^2 + 0,06^2} \cdot e^{j \arctg \frac{-0,06}{0,42}} = 0,42 \cdot e^{-j8,13^\circ} \text{ А}$$

$$I_2 = 0,18 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t - 8,13^\circ) = 0,59 \cdot \sin(\omega \cdot t - 8,13^\circ) \text{ А}$$

$$I_3 = 2,04 - j2,22 = \sqrt{2,04^2 + 2,22^2} \cdot e^{j \arctg \frac{-2,22}{2,04}} = 3,02 \cdot e^{-j47,4^\circ} \text{ А}$$

$$I_3 = 3,02 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t - 47,4^\circ) = 4,27 \cdot \sin(\omega \cdot t - 47,4^\circ) \text{ А}$$

Рис. 2 – Результаты расчетов токов в цепи в показательной и тригонометрической формах

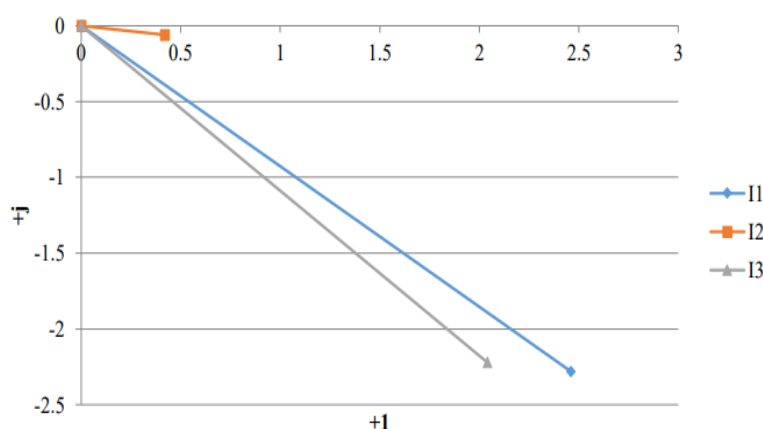


Рис. 3 – Векторные диаграммы рассчитанных токов

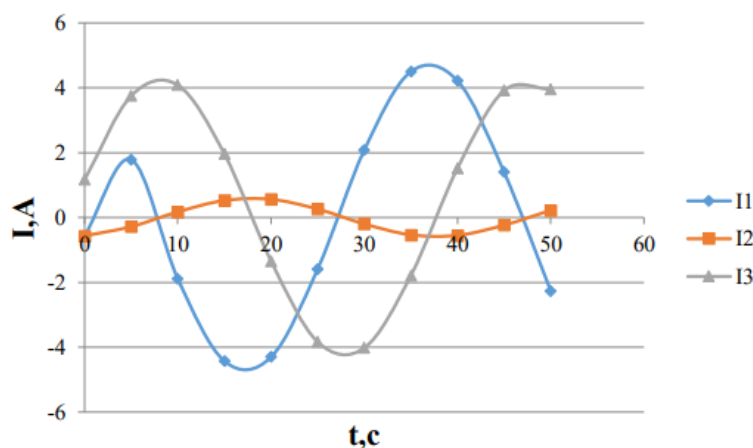


Рис. 4 – Графики мгновенных значений рассчитанных токов

Для проверки результатов исследования в программе Matlab была собрана модель электрической цепи и получены значения токов на каждой ветви в векторной и синусоидальных формах. Они представлены на

рисунках 5-7 и полностью повторяют результаты расчетов вручную. На элементах Display в схеме отображены значения токов I-I3 в показательной форме.

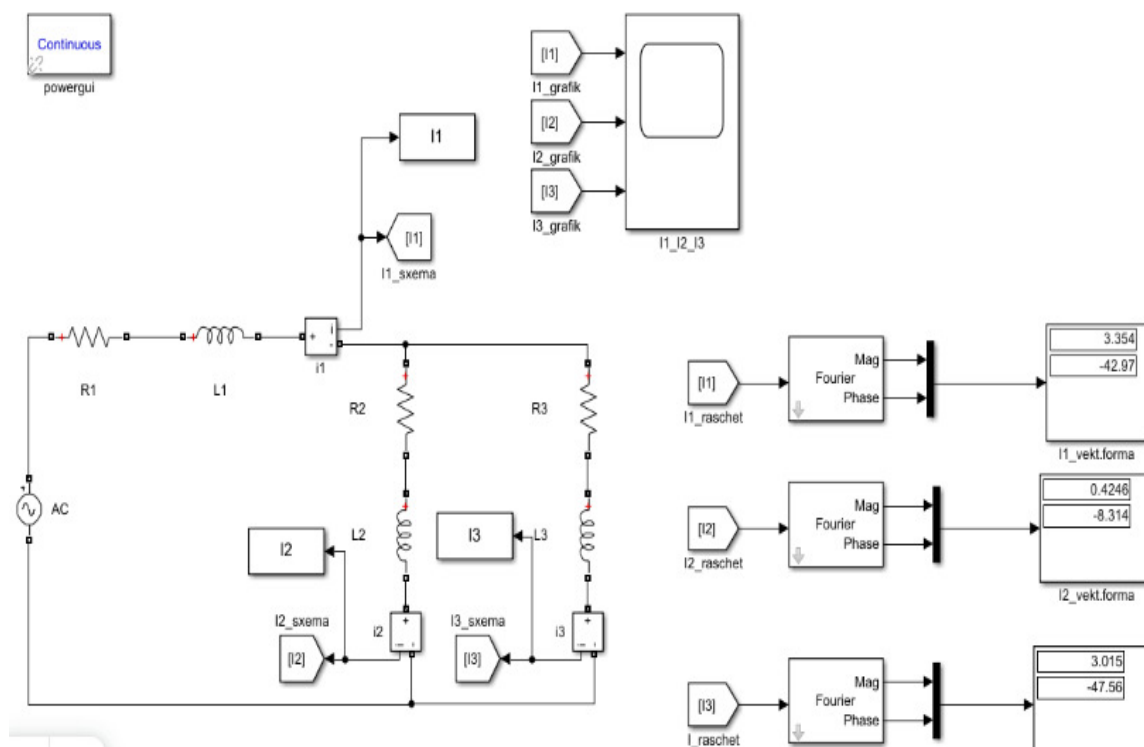


Рис. 5 – Исследуемая электрическая схема в программе Matlab

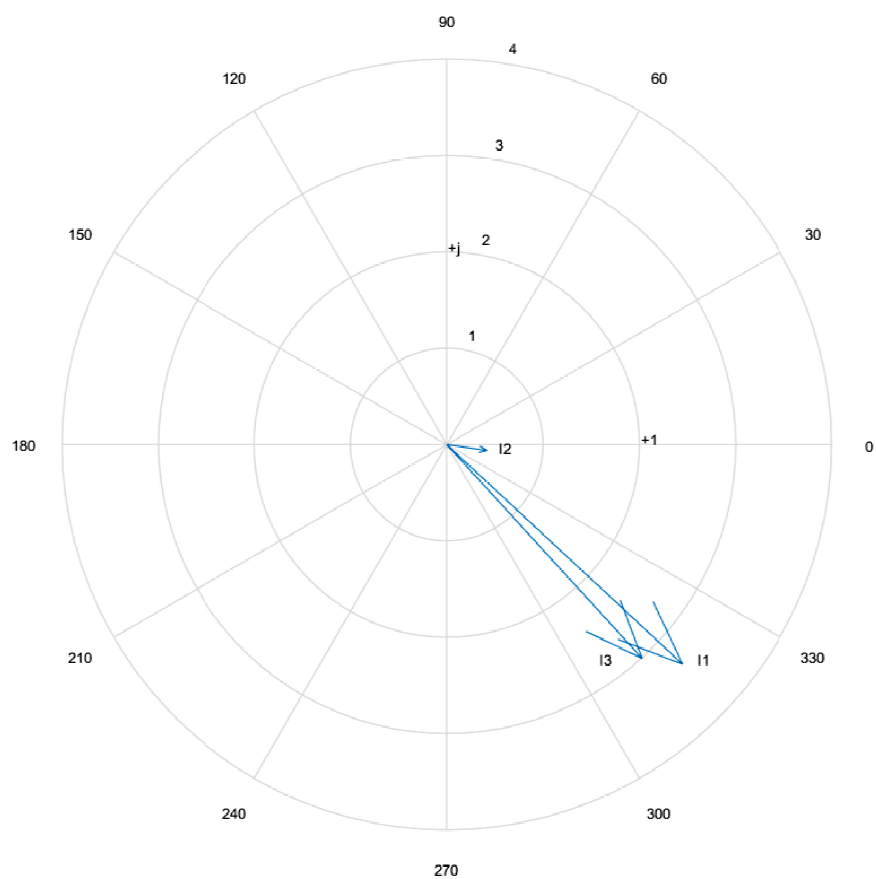


Рис. 6 - Векторные диаграммы рассчитанных токов в программе Matlab

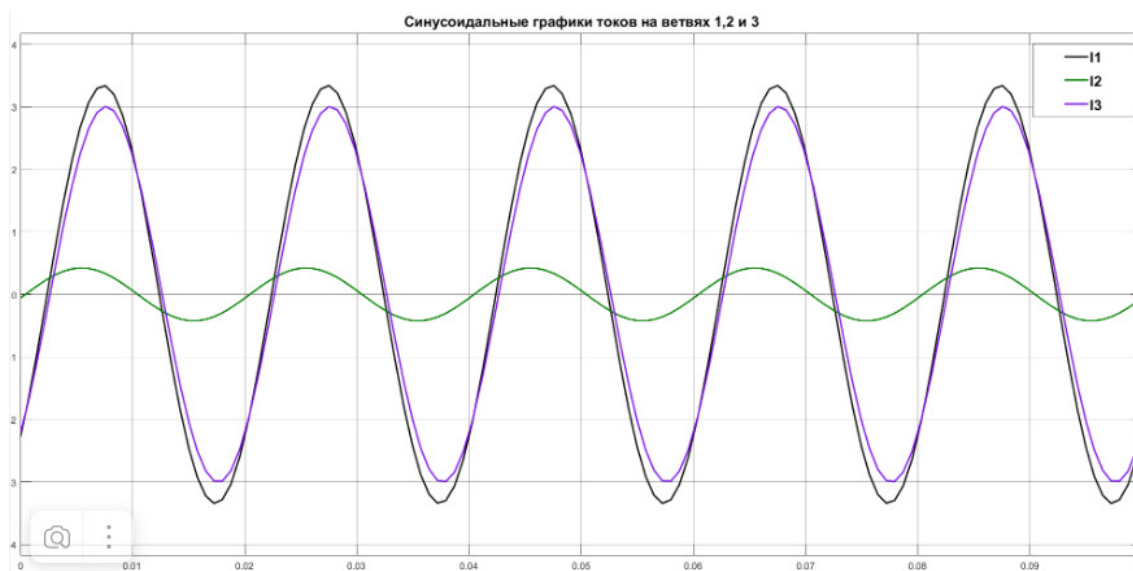


Рис. 7 – Графики мгновенных значений рассчитанных токов в программе Matlab

Сравнение результатов ручных расчетов и моделирования в Matlab показало высокую степень совпадения. Максимальное расхождение составило менее 1 %, что подтверждает корректность проведенных вычислений.

Литература

1. Голиницкий П.В., Антонова У.Ю., Гринченко Л.А., Видникевич Л.А., Применение цифровых инструментов для совершенствования производственного процесса // Компетентность. 2023. №5.
2. Азибаева Д.Р., Белых Д.В. Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с симметричным законом управления // Наука и производство Урала, 2023. Т. 19. С. 53–54.

Сведения об авторах

Белых Егор Васильевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: n2404262@edu.misis.ru.

Белых Дарья Васильевна, старший преподаватель кафедры электроэнергетики и электротехники, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

УДК 62.53

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Голубь В.Э., Белых Д.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В настоящее время элементы силовой электроники обширно используются в различных устройствах, улучшая их характеристики. В данной работе был проведен сравнительный анализ элементов силовой электроники, их общая настройка, а также вариации моделирования схем в программах Micro-Cap, Matlab, а так же SimInTech.

Ключевые слова: элемент, силовая электроника, электрическая цепь, напряжение, выпрямитель.

Выпрямитель – преобразователь электрической энергии, механическое, электровакуумное, полупроводниковое или другое устройство, предназначенное для преобразования входного электрического тока переменного направления в ток постоянного направления (то есть однонаправленный), в частном случае – в постоянный выходной электрический ток.

Выпрямители имеют разную классификацию. Они разделяются на:

- 1) неуправляемые (диоды) – управляемые (тиристоры, транзисторы, электронные лампы);
- 2) однофазные – трехфазные;
- 3) однополупериодные – двухполупериодные.

Чтобы исследовать выпрямители в разных программах необходимо было взять диод с идентичными параметрами, поэтому использовался диод 1N3889, параметры которого представлены в таблице. Основные выходные параметры, что необходимы для сравнения:

- 1) график напряжения на выходе трансформатора;
- 2) график напряжения на диоде;
- 3) график тока на нагрузке;
- 4) график напряжения на объекте исследования.

Исследование №1 проведено в программе Micro-Cap. На рис. 1 представлена собранная схема, а результаты с выходных параметров на рис. 2.

Исследование №2 проведено в программе Matlab. На рис. 3 представлена собранная схема, а результаты с выходных параметров на рис. 4-5.

Параметры диода 1N3889

Parameter	Symbol	Value	Test Condition
Average forward current	$I_{F(AV)}$	12 Amps	$T_c=100^{\circ}\text{C}$, square wave, $R_{\theta JC}=2.0^{\circ}\text{C/W}$
Maximum surge current	I_{FSM}	175 Amps	8.3ms, half-sine, $T_c=100^{\circ}\text{C}$
Maximum peak forward voltage	V_{FM}	1.50 Volts	$I_{FM}=38\text{A}$: $T_J=25^{\circ}\text{C}$
Maximum peak reverse current	I_{RM}	$10\mu\text{A}$	V_{RRM} , $T_J=25^{\circ}\text{C}$
Maximum peak reverse current	I_{RM}	2.0mA	V_{RRM} , $T_J=150^{\circ}\text{C}$
Maximum reverse recovery time	T_{RR}	200nS	$I_F=1\text{A dc}$, $V_R=30\text{V}$, $di/dt=25\text{A}/\mu\text{s}$, $T_c=55^{\circ}\text{C}$
Typical junction capacitance	C_J	115pF	$V_R=10\text{V}$, $f=1\text{MHz}$, $T_J=25^{\circ}\text{C}$

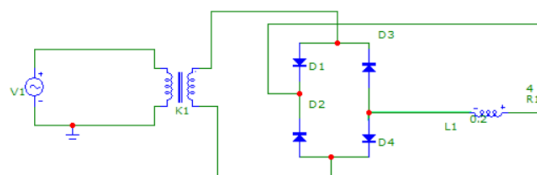


Рис.1 – Схема исследования выпрямителя в программе Micro-Cap

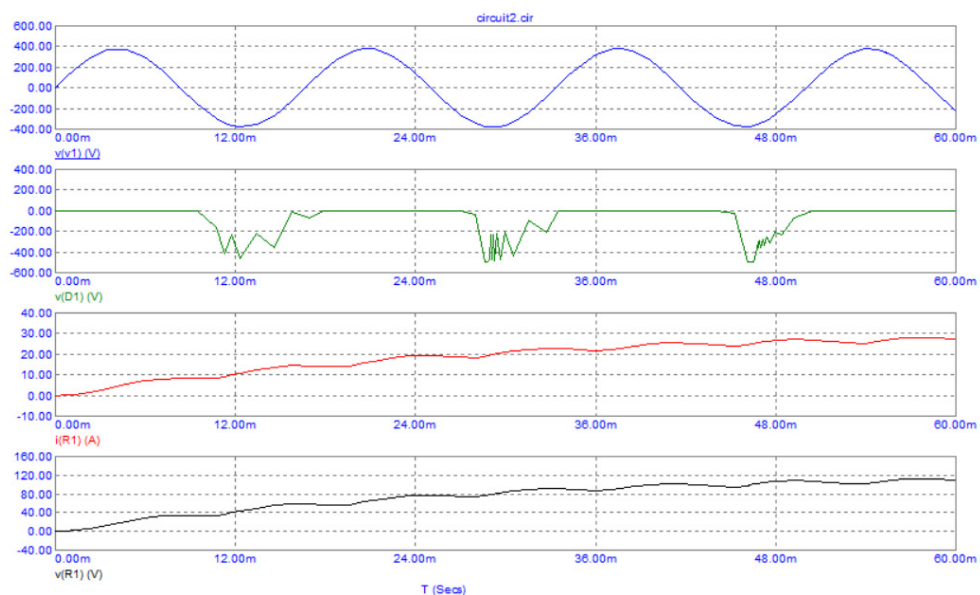


Рис. 2 – Графики выходных параметров из программы Micro-Cap

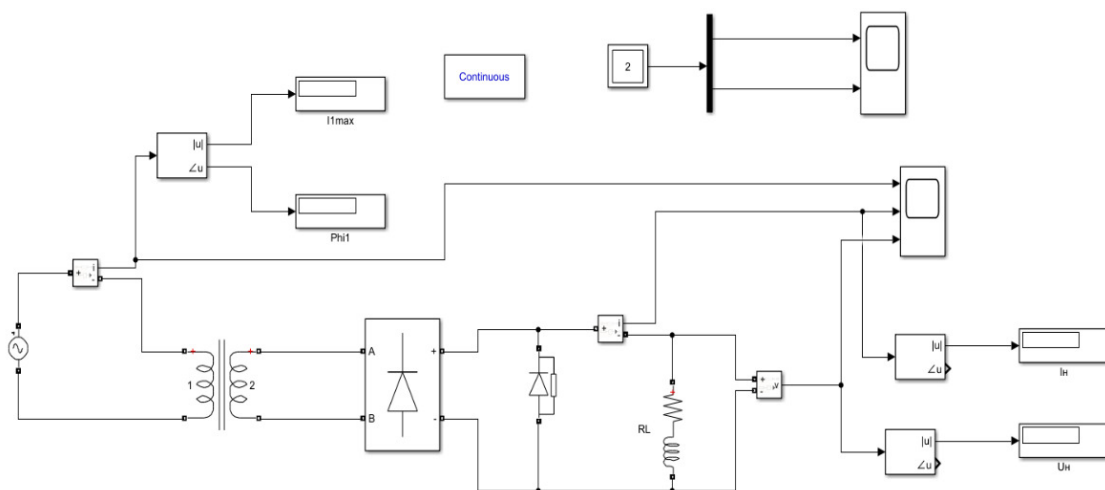


Рис. 3 – Схема исследования выпрямителя в программе Matlab

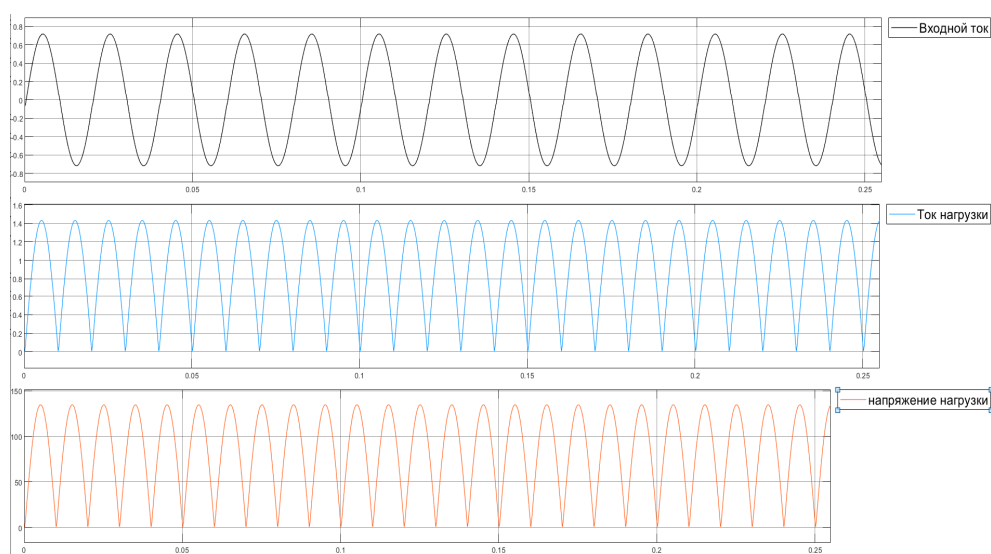


Рис. 4 - Графики выходных параметров из программы Matlab (входной ток, ток нагрузки, напряжение на нагрузке)

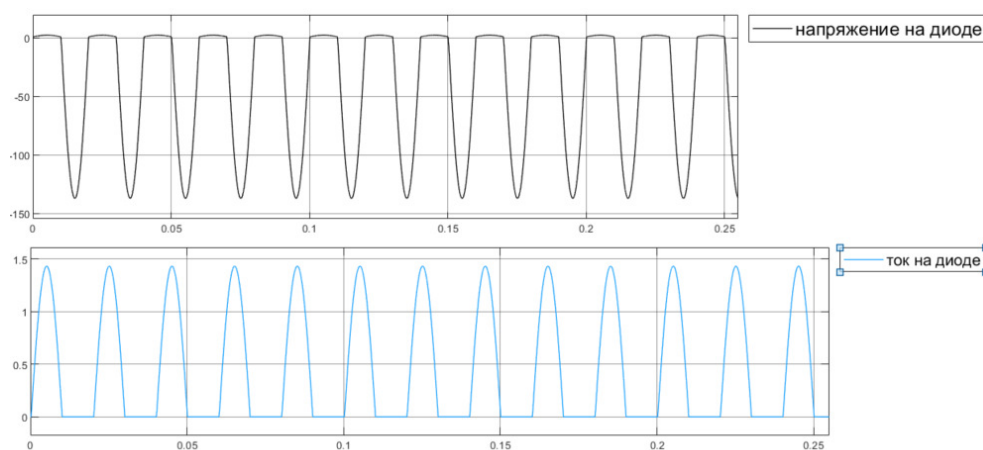


Рис. 5 - Графики выходных параметров из программы Matlab (напряжение на диоде, ток на диоде)

Так же для того чтобы сравнить точность исследования параметров были проведены сравнения окон настроек диодов. Результаты исследования изображены на рис. 6-8.

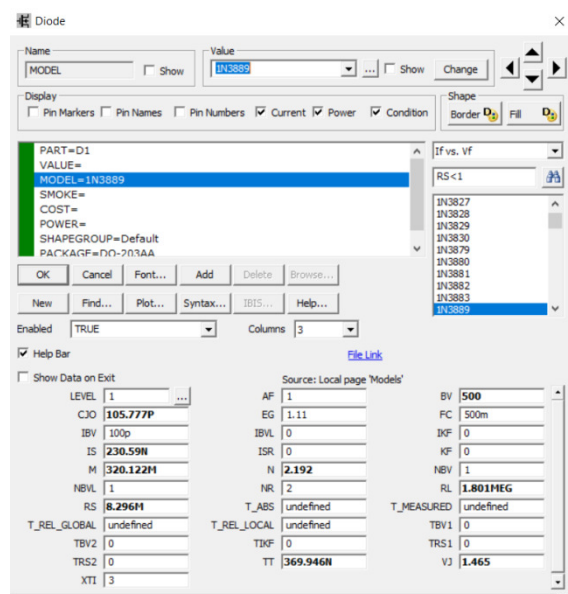


Рис. 6 – Окно настройки диода в программе Micro-Cap

Программа Matlab, удобна в своей настройке, но менее точна ввиду своих малых настроек, Micro-Cap в свою очередь имеет множество настроек и выбор диодов разных маркировок, но так же имеет некоторые неточности в виде помех на графиках. SimInTech имеет и расширенную настройку диода и при этом отсутствуют излишние помехи на графиках.

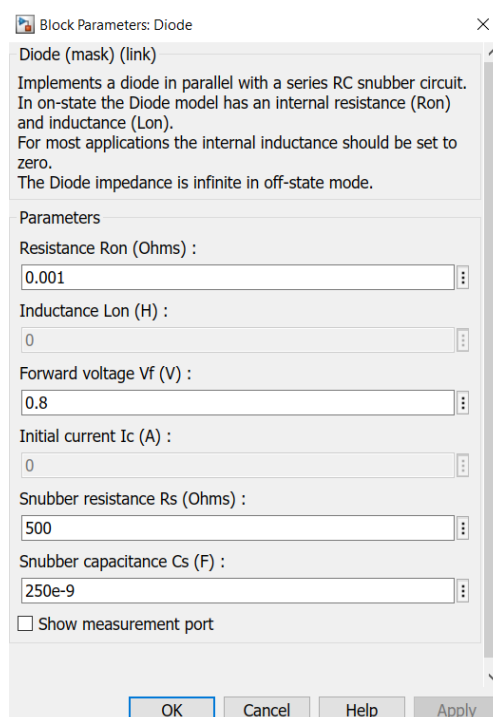


Рис. 7 – Окно настройки диода в программе Matlab

Название	Имя	Формат	Значение
Тип	Тип		
Вид ВАХ	type_vax		экспоненциальная
Сопротивление утечки перехода,...	RL		10000000
Последовательное сопротивление...	RS		0.009871794
Ток насыщения, A	IS		8.29414728E-13
Коэффициент эмиссии	N		1.15905
Время переноса заряда, с	TT		5E-6
Барьерная ёмкость при нулевом ...	CJO		5.0372243E-11
Контактная ёмкость потенциало...	VJ		0.864597804
Коэффициент плавности перехода	M		0.3
Коэффициент нелинейности барь...	FC		0.5
Ширина запрещенной зоны, эВ	EG		1.11
Коэффициенты температурной з...	TEG		[0.000473 , 636]
Температурный экспоненциальн...	XT1		3
Температурный коэффициент по...	TRS		[0]
Обратное напряжение пробоя, В	BV		50
Начальный ток пробоя, A	IBV		1E-10
Температурный коэффициент об...	TBV		[0]
Номинальная температура, °C	Tnom		27
Температура, °C	T		27
Дополнительные параметры			

Рис. 8 – Окно настройки диода в программе SimInTech

Таким образом можно сделать выводы о том, что моделирование можно провести в любой программе. Если нужна быстрота, то стоит делать в программе Micro-sap, если нужна точность то лучше использовать программу SimInTech, а если нужно удобство настройки то стоит выбрать программу Matlab.

Литература

1. Голиницкий П.В., Антонова У.Ю., Гринченко Л.А., Видникевич Л.А., Применение цифровых инструментов для совершенствования производственного процесса // Компетентность. 2023. №5.
2. Азибаева Д.Р., Белых Д.В. Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с симметричным законом управления // Наука и производство Урала, 2023. Т. 19. С. 53–54.

Сведения об авторах

Голубь Валентин Эдуардович, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

Белых Дарья Васильевна, старший преподаватель кафедры электроэнергетики и электротехники, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

УДК 004.42

РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СКЛАДА НЕЗАВЕРШЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЛПЦ-1 АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»

Леднов А.В., Мурсалимова Д.С.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье представлена программная среда «Модель виртуального склада незавершенного производства» для управления складом НПЗ. Решение включает визуализацию листов в виде «металлического пасьянса», фиксация перемещений и поиск металла по параметрам. Система реализована с использованием Python, Django и REST API.

Ключевые слова: динамическая модель, листовой прокат, стопка металла, пользовательский интерфейс, склад незавершенного производства, визуализация.

Толстолистовой прокат представляет собой продукцию, требующую особого подхода к учету и хранению. На складе незавершенного производства листовой металл укладывается в стопки без строгой сортировки, что затрудняет его оперативный поиск. Возникает необходимость разработки цифрового решения для визуального отображения состояния склада и управления перемещениями листов.

Объектом управления выступает склад незавершенного производства ЛПЦ-1. В рамках предложенного подхода реализована динамическое отображение металла в виде «ме-

таллического пасьянса» для лучшего интуитивного понимания содержимого этой стопки, для сравнения показана стопка монет, которая показывает, как листы будут отображены в самом интерфейсе. Представление стопки показано на рис. 1.

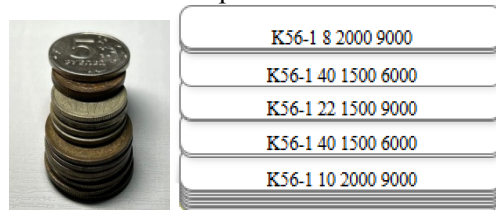


Рис. 1 – Предлагаемый интерфейс-стопка монет

Это отражает стековую структуру хранения данных по принципу LIFO – последний положенный лист оказывается первым

доступным для извлечения. Интерфейс динамической модели изображен на рис. 2.

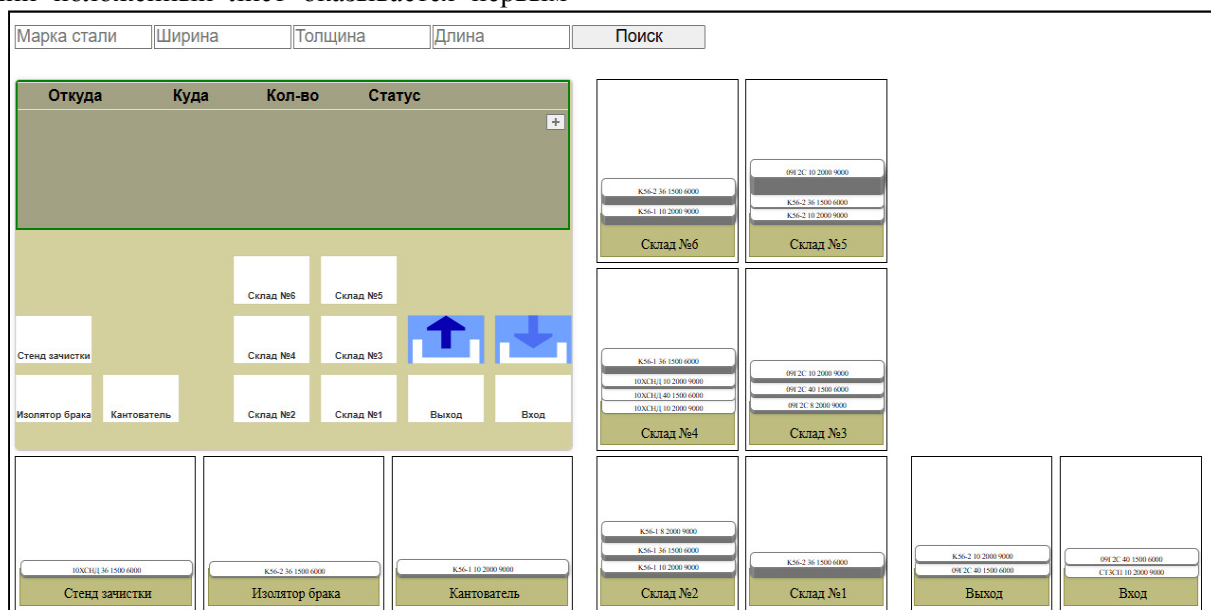


Рис. 2 – Общий интерфейс

Также реализована система поиска листа по основным параметрам – марке стали, ширине, толщине, длине, что позволит сортировщику более точно и быстро обнаружить лист с необходимыми параметрами в случае необходимости быстрого закрытия

задания. А также для удобства пользователя представлено на рис. 3 модальное окно, с помощью которого можно отслеживать какое количество листов по номеру находится внутри одной «группы».

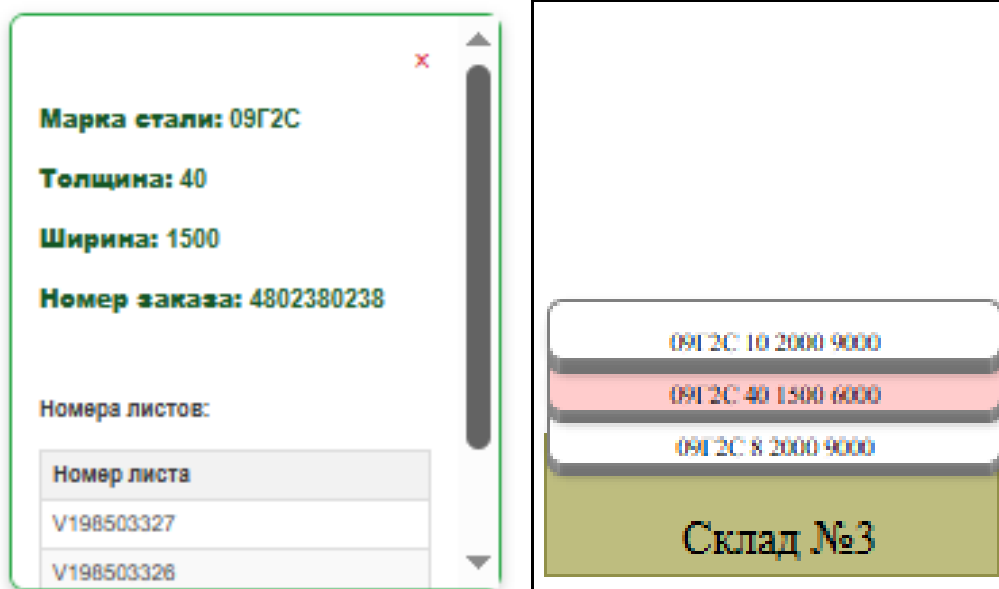


Рис. 3 – Модальное окно

Технически решение построено на языке программирования Python с использованием веб-фреймворка Django и REST API для обмена данными между клиентом и сервером. Визуальный интерфейс разработан с применением HTML, CSS и JavaScript.

В рамках проекта была создана реляционная модель базы данных для системы виртуального склада ЛПЦ-1. Реализация выполнена на Django ORM и охватывает три основные сущности: Location (зоны хранения), Sheet (листы) и SheetMovement (исто-

рия перемещений), что отражено на ER-диаграмме, представленной на рис. 4.

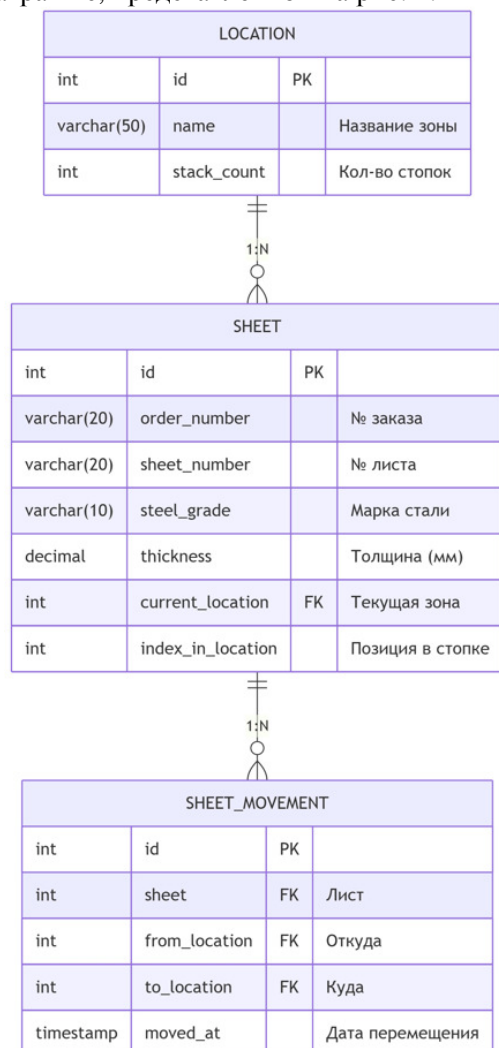


Рисунок 4 – ER-диаграмма

Сущность Location представляет собой справочник мест хранения. Модель Sheet содержит полную информацию о каждом листе

Сведения об авторах

Леднов Анатолий Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и естествознания. Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

Мурсалимова Дарья Сергеевна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Оренбургская обл., г.Новотроицк, ул.Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

Для отслеживания перемещений листов используется модель SheetMovement

Разработанная динамическая модель предоставляет следующие функции:

- визуализация структуры склада в формате «металлического пасьянса»;
- интерактивный поиск листов по заданным параметрам;
- отображение информации с помощью модального окна;
- возможность отслеживания истории перемещений и состояния склада в реальном времени.

Алгоритм визуализации построен на смещении элементов, обеспечивающих читаемость интерфейса.

Литература

1. Артемов М.А., Чиченин А.А. Универсальные принципы проектирования пользовательских интерфейсов // Вестник ВГУ, серия: системный анализ и информационные технологии, 2011, № 2. 115-119.
2. Баканов А.С., Обознов А.А. Проектирование пользовательского интерфейса: монография. – Издательство ИП РАН, 2009 – 184 с.
3. Каляда В.В., Ермаков В.В. Инженерно-психологическое проектирование и экспертиза пользовательских интерфейсов: теория и практика. - Репозиторий БГУИР, 2020. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/39257>

УДК 621.3.06

РАЗРАБОТКА ВЕБ-КОНСТРУКТОРА МНЕМОСХЕМ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ *

Олейниченко В.П.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. Предложен и реализован веб-конструктор мнемосхем для систем диспетчеризации производственных процессов. Построен на архитектуре “браузер-сервер-БД (PostgreSQL)”, реализован REST API, drag and drop интерфейс, индикация состояния агрегатов и визуализация исторических данных. Проведено тестирование с мнемосхемой предприятия АО «Уральская Сталь».

Ключевые слова: мнемосхема, SCADA, конструктор, визуализация, drag and drop.

В условиях импортозамещения и ограничения использования западного программного обеспечения, особенно в промышленном секторе, остро встала необходимость в разработке отечественных решений для построения человеко-машинных интерфейсов. В частности, наблюдается дефицит доступных и гибких инструментов для построения мнемосхем — визуальных диспетчерских панелей, применяемых в SCADA и MES-системах. Зарубежные продукты (например, Simatic WinCC, Wonderware) прекратили поддержку в России, а отечественные решения зачастую закрыты, коммерчески недоступны или технически ограничены. Таким образом, российские предприятия оказались перед вызовом: либо продолжать эксплуатировать устаревшие версии с ограниченной поддержкой, либо переходить на дорогостоящие и трудоосваиваемые платформы.

В данной работе представлено решение – разработка и реализация собственного веб-конструктора мнемосхем, ориентированного на открытость, настраиваемость и интеграцию с существующей ИТ-инфраструктурой. Ключевая цель – предоставить инженерам и операторам удобный инструмент для быстрой сборки интерактивных схем, отражающих параметры оборудования и состояния технологических участков в реальном времени, с возможностью цветовой сигнализации и анализа трендов. Особенность подхода — максимальная наглядность, эргономичность и адаптация под особенности промышленных процессов металлургических предприятий, в частности, АО «Уральская Сталь».

Система реализована по трёхзвенной архитектуре: клиентская часть работает в браузере, серверная логика на PHP, база данных – PostgreSQL. Клиентский интерфейс основан на HTML, CSS и чистом JavaScript с применением DOM-манипуляций, canvas-отрисовки и интерактивной сетки. Вся логика визуального редактирования, включая перемещение элементов, добавление параметров и задание пороговых правил, реализуется без перезагрузки страницы. Пользователь может формировать схему путём drag-and-drop блоков, размещения параметров, назначения цветовой индикации и привязки к агрегатам. Автоматическая привязка к сетке (snap-эффект) позволяет добиться точного позиционирования и единообразного оформления.

Серверная часть обеспечивает REST подобное API для всех операций: создание блоков и параметров, обновление координат, редактирование правил логики и визуализации, а также получение исторических данных. API реализован в виде отдельных PHP эндпоинтов, каждый из которых обрабатывает запрос в формате JSON и взаимодействует с реляционной базой. ER-модель включает таблицы блоков, параметров, правил, изображений и агрегатов, обеспечивая связность и масштабируемость данных. Отдельное внимание уделено обработке истории параметров – серверные скрипты возвращают временные ряды по заданным фильтрам, что позволяет строить графики изменений значений на стороне клиента.

* работа выполнена под руководством Леднова Анатолия Викторовича, канд. техн. наук, доцент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

Для визуализации трендов значений параметров применяется библиотека Chart.js. Интерфейс позволяет выбрать агрегат и параметр, задать диапазон времени и построить интерактивный график. По оси X отображается временная шкала, по оси Y – измеряемое значение. Наведение на точку отображает точное значение и временную метку. Благодаря этому оператор может не только видеть текущее значение параметра, но и отслеживать его поведение во времени — это особенно важно при отклонениях и предаварийных состояниях.

Прототип конструктора был внедрён и протестирован на мнемосхеме производственного цикла АО «Уральская Сталь», включающей более 100 блоков. Мнемосхема охватывает все ключевые участки: коксовые батареи, агломерационные машины, доменные печи, конвертеры, установки вакуумирования, МНЛЗ и прокатные станы. Были настроены агрегаты и параметры, подключены изображения и задана логика цветовой индикации. Тестирование подтвердило устойчивость системы при активной эксплуатации: интерфейс работал без зависаний, корректно обрабатывались drag-and-drop операции и обновления данных в реальном времени. Отдельно проверялась корректность работы правил пороговой индикации: при превышении заданных значений параметра блок менял цвет согласно заданной логике (зелёный – норма, жёлтый – предупреждение, красный – авария).

Преимущества решения включают: значительное сокращение времени проектирования диспетчерских интерфейсов, снижение зависимости от импортного ПО, расширение функциональности за счёт открытости к модификациям. Пользователь может не только собрать схему «с нуля», но и экспортировать её в формат JSON для хранения, версии и обмена. При необходимости схема может быть импортирована обратно — с восстановлением всех блоков, параметров и визуальных настроек. Это повышает надёжность эксплуатации и удобство сопровождения.

Сведения об авторах

Олейниченко Виталий Павлович, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: n2101339@edu.misis.ru.

Интерфейс конструктора ориентирован на длительную работу — реализованы нейтральные цветовые темы, адаптация под размер экрана, поддержка масштабирования.

Предлагаемое решение обладает высоким потенциалом для масштабного внедрения. Его можно адаптировать под специфику конкретного предприятия, расширить библиотеку графических символов, настроить цветовые темы в соответствии с корпоративным стилем. На этапе пилотного внедрения рекомендуется провести апробацию в одном из цехов (например, доменном или МНЛЗ), собрать обратную связь от операторов и при необходимости дополнить систему. Кроме того, необходимо провести обучение инженерно-технического персонала по работе с интерфейсом, что займёт минимум времени благодаря интуитивному UI.

Разработка веб-конструктора мнемосхем подтверждает практическую целесообразность перехода к открытым решениям в промышленной автоматизации. Представленный инструмент демонстрирует, что возможно создание конкурентоспособного ПО, соответствующего требованиям SCADA уровня и обладающего высокой адаптивностью. При дальнейшем развитии возможно внедрение поддержки OPC UA, интеграции с контроллерами и реализация распределённой архитектуры.

Литература

1. Бойер С.А. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition. – 4-е изд. – New Jersey: ISA, 2010. – 257 с.
2. ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 «Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для МЭК 870-5-101». – М.: Стандартинформ, 2004.
3. ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016 «Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования». – М.: Стандартинформ, 2016.

УДК 004.658

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕДАКТИРОВАНИЯ ДАННЫХ В БАЗАХ ДАННЫХ НА PYTHON С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕК SQLALCHEMY И PYQT

Парфенов М.Д., Филиппов Е.Г.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. Представлена разработка приложения для редактирования данных в базах данных с дальнейшим внедрением нейросети для помощи в работе с бд. Приложение позволяет пользователям выполнять различные операции с базами данных, такие как добавление, удаление и изменение данных, а также выполнять запросы к базе данных. Приложение разработано на языке программирования Python с использованием библиотек PyQt и SQLAlchemy. Нейросеть позволит преобразовывать запрос в бд на естественном языке в sql запрос.

Ключевые слова: приложение, редактирование баз данных, нейросеть, python, sql.

В современном информационном обществе базы данных используются практически во всех сферах деятельности. Однако работа с базами данных может быть сложной и трудоемкой, особенно для пользователей, не обладающих специальными знаниями. В связи с этим существует потребность в разработке приложения, которое было бы простое в использовании и позволяло пользователям выполнять различные операции с базами данных без помощи специалистов. Приложение предоставляет основные функции для подключения, отображения, редактирования и сохранения изменений в базе данных. Первым делом зайдя в приложение следует подключиться к нужной для работы базе данных для этого был создан метод для соединения с базой данных с помощью функций из библиотеки SQLAlchemy. В качестве аргумента необходимо указать строку подключения, в которой указываются данные для доступа к базе данных (имя пользователя, пароль, адрес сервера и т.п.). Для этого был создан класс диалогового окна QDialog, продемонстрированный на рис. 1.

После успешного подключения к базе данных, необходимо выбрать бд из выпадающего списка в правом верхнем углу главного окна приложения, представленного на рис. 2. Для отображения данных на графическом интерфейсе была создана модель данных, которая содержит информацию о структуре таблицы в базе данных. Для этого были использованы возможности ORM-фреймворка SQLAlchemy.

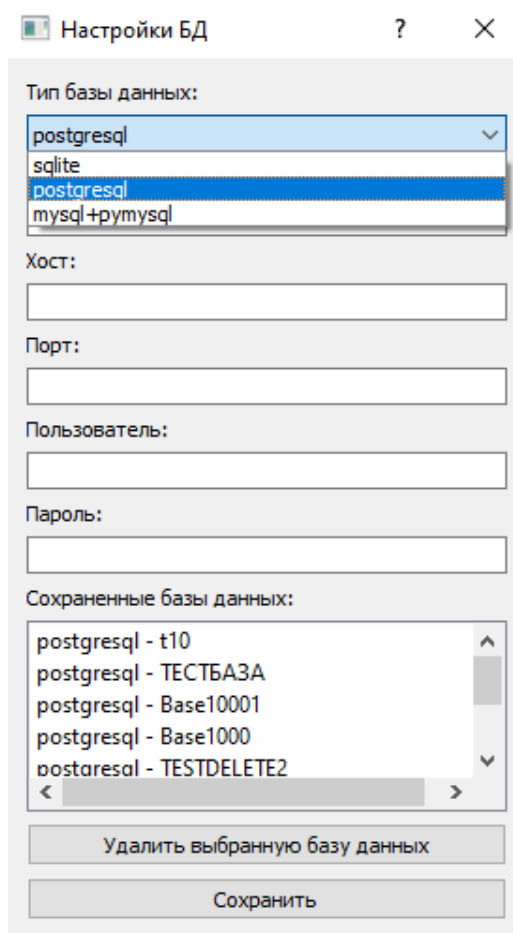


Рис. 1 – диалоговое окно подключения к бд

Далее, было разработано представление данных на графическом интерфейсе. Для этого использовалась библиотека pyqt. С ее помощью была создана таблица, в которой будут отображаться данные из базы данных. Для каждого столбца таблицы создан соответствующий виджет, который будет отображать данные из этого столбца.

Для выбора таблицы необходимо нажать на выпадающий список в правом верхнем углу, после выбора нужной таблицы ее

данные отобразятся в QTableWidget который располагается по центру приложения для лучшей видимости.

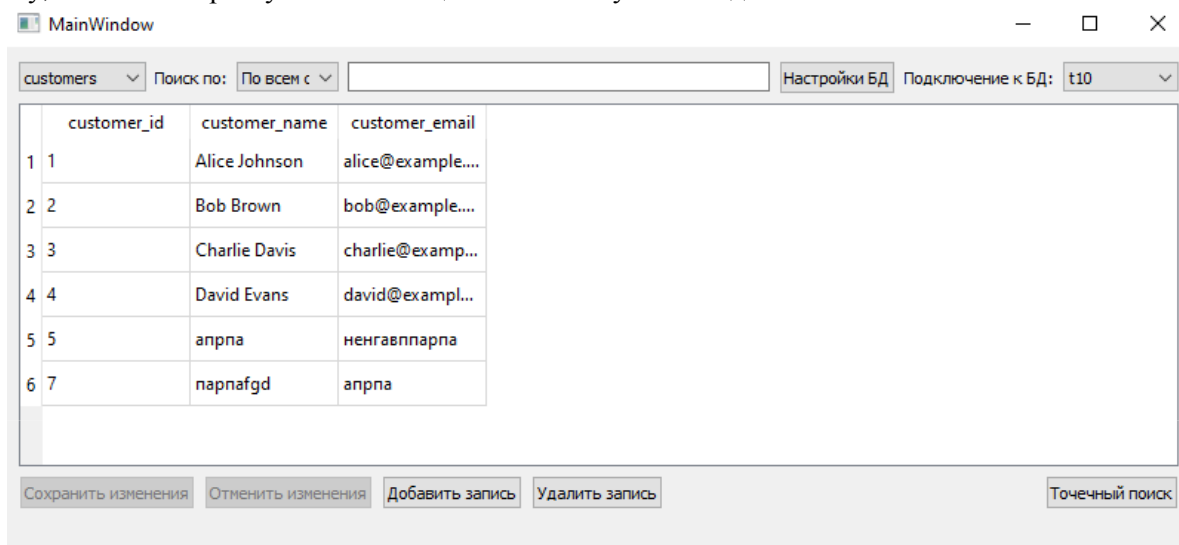


Рис. 2 – Основное окно приложения

Для редактирования данных созданы функции для изменения, добавления и удаления строк в таблицах. Для изменения данных создан метод, который позволяет обновлять данные в бд на основе измененных значений в модели данных. То есть при двойном клике на ячейку она трансформируется в нужный виджет для дальнейшего редактирования (для обычного текста – QLineEdit, для дат – QdateEdit, и т.п.). Также созданы методы для добавления и удаления строк со строгой валидацией данных. После реализации основ-

ных функций они были успешно протестированы.

Далее в приложение будет интегрирована одна из самых популярных нейросетей от Google – gemini. Она выбрана за счет ее простой интеграции с python, подробную документацию, также она является бесплатной, но требует VPN для работы. Она поможет пользователям вводить запросы в бд на естественном языке, которые затем преобразует в sql запрос. Схема работы этого функционала представлена на рис.3.

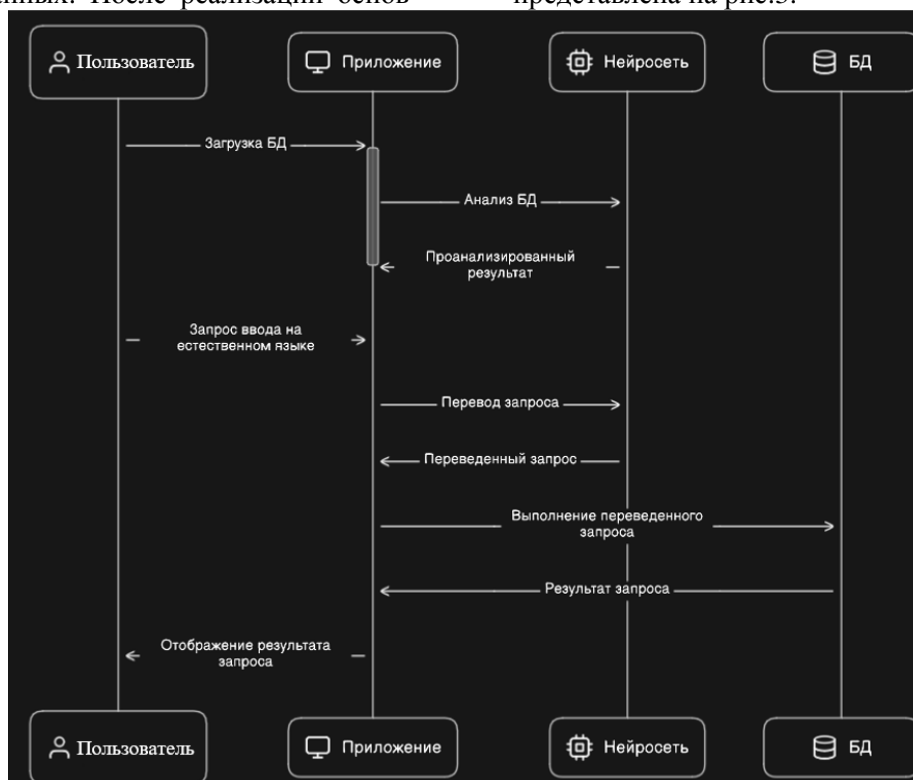


Рис. 3 – Схема работы нейросети в приложении

Зайдя в приложение, пользователю понадобится один раз подключиться к нужной бд, после чего начнется процесс ее анализа, проводимый нейросетью. В зависимости от размера бд, процесс может занять некоторое количество времени. После завершения анализа данные о бд сохраняются и у пользователя появляется возможность вводить запрос в приложении на естественном языке. Нейросеть считывает запрос, введенный в виджете приложения и переводит его в sql запрос. Точность переведенного запроса, в зависимости от его сложности, варьируется от 80% до 95%. После чего запрос выполняется в бд и его результат отображается в виджете приложения.

Сведения об авторах

Парфенов Матвей Дмитриевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Оренбургская обл., г.Новотроицк, ул.Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

Филиппов Евгений Георгиевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и естествознания. Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: filippov.evg.georg@gmail.com.

Литература

1. Марк Саммерфилд. Python GUI Programming Cookbook: Build functional and responsive user interfaces with tkinter and PyQt5. Packt Publishing, 2019.
2. Робин Джонс. Creating GUI Applications in Python with PyQt. Питер, 2017.
3. Mark Summerfield. Rapid GUI Programming with Python and Qt: The Definitive Guide to PyQt Programming. Prentice Hall, 2007.

УДК 621.3.06

ОБУЧЕНИЕ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ЗАДАЧУ ДЕТЕКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Прохоров Д.Д., Леднов А.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье описывается разработка системы автоматической детекции металлических листов с помощью свёрточной нейронной сети на основе модели YOLOv8. Для обучения собрана выборка изображений стальных листов, выполнена ручная разметка областей интереса, после чего сеть была дообучена на специализированном датасете. Показано, что предложенный подход позволяет надёжно распознавать листы в условиях промышленной съёмки с высокой точностью и скоростью обработки, что открывает возможности для автоматизации контроля движения продукции на металлургических предприятиях.

Ключевые слова: свёрточные нейронные сети, YOLOv8, детекция объектов, обучение нейронной сети, аннотация данных, промышленное компьютерное зрение.

В современном промышленном производстве важным шагом к автоматизации процессов контроля и мониторинга является внедрение систем компьютерного зрения,

способных надёжно обнаруживать и отслеживать объекты на конвейере. В качестве примера задачи такого рода в данной работе рассматривается детекция металлических

листов, требующая быстрого и точного определения границ каждого листа на изображении, получаемом с камер видеонаблюдения, установленных вдоль рольгангов. Для решения этой задачи была выбрана архитектура YOLOv8 — одна из последних версий семейства моделей «You Only Look Once», объединяющая высокую скорость инференса с возможностью дообучения на узкоспециализированных данных.

Первым этапом работ стало создание набора изображений, максимально отражающих реальные условия металлургического цеха. Для создания изображений стальных листов использовалась реальная таблица данных по листам и различные подложки, объединив это получились различные картинки стальных листов, с присутствием механических артефактов, например загрязнений, потертостей или следов ржавчины. После сбора фотографий была выполнена аннотация данных при помощи графического инструмента для разметки LabelImg на каждом изображении вручную обводились прямоугольные рамки, ограничивающие область каждого листа, и всем рамкам присваивался единый класс «List». Полученная информация сохранялась в текстовые файлы в формате, совместимом с библиотекой Ultralytics, что позволило сразу перейти к этапу обучения.

Для обучения системы детекции использовался фреймворк PyTorch в совокупности с возможностями CUDA для ускоренной обработки на графическом процессоре. Библиотека Ultralytics обеспечила удобный интерфейс при запуске скриптов дообучения, достаточно было указать путь к новой аннотированной выборке, выбрать базовую предобученную модель и запустить процесс. В ходе обучения модель адаптировалась к созданным промышленным особенностям и научилась распознавать листы вне зависимости от их местонахождения и степени искажения.

После завершения обучения модель была интегрирована в простое приложение на Python, принимающее видеопоток и осуществляющее детекцию в режиме реального времени. Для каждого кадра снималась метка времени, выполнялась передача изображения в модель, после чего вычислялись координаты обнаруженных листов с маркировкой. Результаты выводились на экран с наложением прямоугольных рамок и идентификаторов, что позволяет оператору наблюдать за рабо-

той алгоритма и оперативно реагировать на возможные сбои в подаче материалов.

Тестирование системы проводилось на новых видеофрагментах, не участвовавших в обучении, что дало возможность оценить способность модели к обобщению. Модель обнаруживала металлические листы с высокой стабильностью и редкими ложными срабатываниями. Скорость обработки одного кадра с размером в 19200×1080 пикселей на видеокарте RTX 3070 составляла не более 8 миллисекунд, что гарантировало работу в режиме не менее 30 кадров в секунду и позволяло использовать систему напрямую в существующих конвейерных линиях без существенной задержки.

Сравнение с традиционными подходами, основанными на простом пороговом разделении по цвету или алгоритмах поиска контуров, обучение нейронной сети показало значительный выигрыш как по точности, так и по устойчивости к изменениям условий съёмки. К тому же использование свёрточной нейронной сети избавило от необходимости ручной настройки большого числа параметров обработки изображений и позволило системе самостоятельно вырабатывать критерии распознавания, исходя из примеров разметки.

Таким образом, предложенный метод демонстрирует высокую эффективность применения современных свёрточных нейронных сетей для задач промышленной детекции объектов. Лёгкость дообучения модели на собственном наборе данных, отсутствие необходимости в сложных предварительных операциях с изображениями и возможность обработки видеопотока в реальном времени делают решение привлекательным для внедрения на металлургических предприятиях и в других секторах, где требуется точное распознавание поверхностей и деталей при высокой пропускной способности.

Литература

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
2. Потапов А.С. Системы компьютерного зрения. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 161 с.
3. Компьютерное зрение. Современный подход / Форсайт А. Дэвид., Понс Жан.: пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2004. – 928 с.

Сведения об авторах

Прохоров Данила Дмитриевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Оренбургская обл., г.Новотроицк, ул.Фрунзе, д.8. E-mail: prokhorov.9898@mail.ru.

Леднов Анатолий Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и естествознания. Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

УДК 004.42

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Леднов А.В., Слинко И.А.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье рассматривается проблема низкой оперативности реагирования на отклонения в работе промышленного оборудования при использовании стационарных SCADA-систем. Предложена архитектура и реализована серверная часть мобильной системы мониторинга на стеке Python, FastAPI, RabbitMQ и PostgreSQL с расширением TimescaleDB. Разработанная система обеспечивает сбор данных, проверку правил и генерацию тревог.

Ключевые слова: мобильный мониторинг, промышленное оборудование, фреймворк FastAPI, фреймворк Flutter, СУБД PostgreSQL, базы данных временных рядов, брокер сообщений RabbitMQ.

В условиях современной промышленности, надёжность технологического оборудования является ключевым фактором эффективности. Аварийные простои приводят к значительным финансовым потерям, связанным как со срывом производственных планов, так и с затратами на ремонтные работы.

Традиционные системы мониторинга, такие как SCADA-системы, эффективно справляются с задачами оперативного управления, однако обладают рядом существенных ограничений. Их стационарность требует постоянного присутствия персонала на автоматизированных рабочих местах, а доступ к данным для широкого круга специалистов (инженеров по надёжности, начальников цехов, аналитиков) затруднён. Существующие системы не всегда ориентированы на своевременное оповещение всех заинтересованных лиц о потенциальных проблемах.

В связи с этим возникает острая необходимость во внедрении современных мобильных инструментов, способных обеспечить инженерно-технический персонал удобным доступом к актуальным данным о со-

стоянии оборудования и системой проактивных уведомлений.

Для решения поставленной задачи была спроектирована многокомпонентная клиент-серверная архитектура, основанная на принципах разделения ответственности и асинхронного обмена данными (рис. 1).

Архитектура системы включает следующие ключевые компоненты:

1. Клиентское мобильное приложение (frontend), разрабатываемое на кроссплатформенном фреймворке Flutter.

2. API-сервер (backend) на базе Python-фреймворка FastAPI, который обрабатывает HTTP-запросы от клиента, реализует бизнес-логику и управляет доступом к данным.

3. Брокер сообщений RabbitMQ, обеспечивающий слабую связанность компонентов системы и организующий асинхронную передачу данных от источников к обработчикам.

4. Фоновый обработчик данных и тревог (alert_worker) на Python с использованием фреймворка FastStream, который подписывается на сообщения из RabbitMQ, сохраняет

фактических измерений параметров оборудования. Использование гипертаблицы с автоматическим партиционированием по времени позволяет достичь высокой скорости вставки данных и выполнения аналитических запросов по временным окнам, что является критически важным для систем мониторинга.

Серверная часть приложения построена на принципах многослойной архитектуры, что обеспечивает модульность и тестируемость кода.

Выделены следующие слои:

1. Слой API (routers), отвечающий за приём и первоначальную валидацию HTTP-запросов.

2. Сервисный слой, где инкапсулирована основная бизнес-логика, включая сложную систему авторизации на основе должностей пользователей и проверку прав доступа к иерархии оборудования.

3. Слой репозитория, абстрагирующий логику взаимодействия с базой данных.

Асинхронный поток обработки данных организован следующим образом:

1. Источник данных (симулятор) публикует сообщения с новыми значениями параметров в обменник (exchange) типа fanout в RabbitMQ.

2. Фоновый обработчик alert_worker, который подписан на очередь, связанную с этим обменником, получает сообщение.

3. Обработчик сохраняет полученные данные в гипертаблицу в PostgreSQL

4. После успешного сохранения инициируется проверка сохраненного значения на соответствие всем активным правилам мониторинга, созданным пользователями.

5. В случае нарушения правила в таблице alerts создаётся новая запись о тревоге и запускается механизм оповещения.

Параллельно API-сервер имеет собственного подписчика на тот же обменник для трансляции данных через WebSocket-соединения тем клиентам, которые в данный момент просматривают графики этих параметров в реальном времени.

В ходе работы была спроектирована и полностью реализована серверная часть мо-

бильной системы мониторинга, включая базу данных и асинхронный конвейер обработки данных. Продемонстрирована работоспособность ключевых функций: сбор и хранение показаний датчиков, создание и управление правилами мониторинга, а также автоматическая генерация тревог при нарушении этих правил.

Разработанная система создаёт прочный технологический фундамент для инструмента, способного оперативно информировать специалистов о критических отклонениях в работе оборудования.

Это, в свою очередь, создаёт предпосылки для повышения эффективности эксплуатации, снижения аварийности и сокращения затрат на внеплановые ремонты.

Литература

1. Документация Dart [Электронный ресурс]. – URL: <https://dart.dev/docs/>
2. Документация Docker [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.docker.com/>.
3. Документация FastAPI [Электронный ресурс] / S. Tiangolo. – URL: <https://fastapi.tiangolo.com/tutorial/>.
4. Документация FastStream [Электронный ресурс] / AI Research and Technology. – URL: <https://faststream.airt.ai/>.
5. Документация Flutter [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.flutter.dev/>.
6. Документация pgAdmin [Электронный ресурс] / pgAdmin Development Team. – URL: <https://www.pgadmin.org/docs/>.
7. Документация PostgreSQL [Электронный ресурс] / The PostgreSQL Global Development Group. – URL: <https://postgresql.org/docs/>.
8. Мартин Р. С. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. – Санкт-Петербург: Питер, 2022. – 352 с.
9. Документация Python 3.13 [Электронный ресурс] / Python Software Foundation. – URL: <https://docs.python.org/3.13/>

Сведения об авторах

Леднов Анатолий Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и естествознания. Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misis.ru.

Слинько Илья Андреевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Оренбургская обл., г.Новотроицк, ул.Фрунзе, д.8. E-mail: n2108917@edu.misis.ru.

УДК 621.377

ГЕНЕРАТОР АНИМИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Леднов А.В., Мартемьянова О.А.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье представлены результаты разработки десктопного приложения для автоматизированного создания датасетов изображений и их анимации, направленных на обучение нейронных сетей для систем технического зрения. Основной задачей является повышение качества и скорости обучения систем распознавания, применяемых в производстве металлопроката.

Ключевые слова: десктопное приложение, генератор изображений.

Современные производственные процессы требуют высокой точности и эффективности контроля качества продукции. Одним из перспективных решений является использование систем машинного зрения, основанных на обучении искусственных нейронных сетей большим объемам данных. Однако подготовка качественного обучающего материала представляет собой сложную и ресурсоемкую задачу. Для устранения этого ограничения предлагается создание специализированного генератора изображений, позволяющего быстро создавать реалистичные данные для последующего анализа и обучения нейронных моделей.

Приложение было создано на языке Python с применением удобного и функционального текстового редактора Visual Studio Code. Для эффективного управления данными использовалась база данных SQLite, работа с которой осуществлялась посредством утилиты SQLite Studio. Графический интерфейс приложения спроектирован с помощью популярного инструмента Qt Designer.

Отдельное внимание уделялось подготовке шаблонного материала. Для этого были использованы специальные инструменты: IbisPaint применялся для рисования реалистичных подложек и дефектов, а мощный редактор трехмерной графики Blender использовался для создания рольгангов и моделирования движения листов металла.

Программа предлагает пользователю гибкое управление процессом генерации изображений, предоставляя возможность выбора одного из двух режимов работы:

- автоматическое создание, где пользователю достаточно лишь задать требуемое количество листов, после чего приложение самостоятельно формирует набор изображений с уникальными характеристиками каждого элемента;

- ручная настройка позволяет детально контролировать процесс генерации, включая выбор конкретной подложки, внесение маркировки и наложение определенных дефектов;

На рис. 1 проиллюстрирован внешний вид окна программы. Основными элементами являются:

- библиотека подложек, готовые изображения подложек, созданные на основе реальных фотографий метал-лических листов;

- маркировка, информация о маркировке извлекается из базы данных и наносится на выбранную подложку. Номер строки в таблице задается вводимым числом;

- наложение дефектов, позволяющие симулировать проблемы чтения маркировки, размещаются на изображении листа.

Разработанная программа обладает широкими возможностями адаптации под различные задачи. Например, аналогичная система может использоваться для мониторинга состояния других промышленных объектов, таких как ковши (рис. 2), путем замены соответствующих элементов в интерфейсе и базах данных.

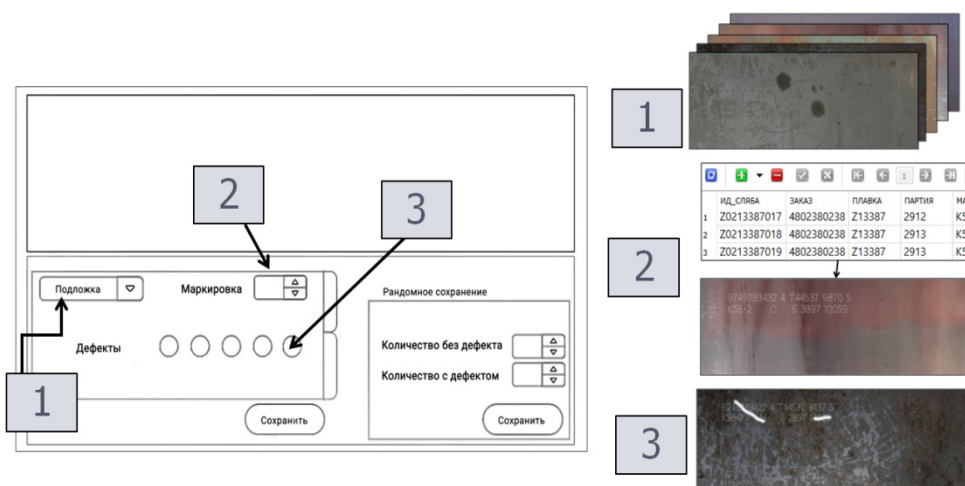


Рис. 1 – Интерфейс приложения

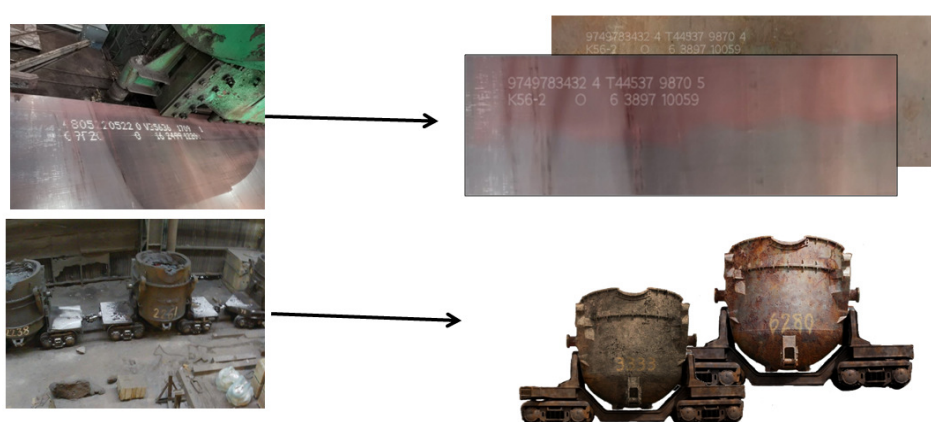


Рис. 2 – Генерация различных объектов

Конечным итогом была создана отдельная анимация движения листов по рольгангу. Эта анимация позволяет смоделировать работу камер, установленных вдоль прокатного стана, что обеспечивает реалистичное представление процесса и повышает эффективность обучения систем технического зрения.

Литература

1. Шкодина Т. А. Алгоритмы и структуры данных в Python: лабораторный практикум: учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2022. – 80 с.
2. Мищенко И.О., Дуб А.В., Макарычева Е.В. Влияние технологических факторов на качество непрерывнолитых стальных заготовок // Тяжелое машиностроение, 2009. № 12. С. 20-23.
3. Голицина О.П., Максимова Н.В., Попов И.И. Информационные системы: учебное пособие. - Москва: ФОРУМ. – 496 с.

Сведения об авторах

Леднов Анатолий Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и естествознания. Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misys.ru.

Мартемьянова Ольга Александровна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Оренбургская обл., г.Новотроицк, ул.Фрунзе, д.8. E-mail: nf@misys.ru.

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 66.022.3

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМА В АО «НОВОТРОИЦКИЙ ЗАВОД ХРОМОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ»

Алексеев Д.И., Богатова О.Г.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. Хромовый ангидрид, манохромат, бихромат и окись пигментная, получаемые в АО «Новотроицкий завод хромовых соединений», являются токсичными соединениями. Технологические процессы получения указанных продуктов предполагают применение технической воды для ведения химических реакций. Неизбежно образуются избыточные сточные воды, которые загрязнены хромом, в частности шестивалентным хромом. Эти воды наносят большой ущерб окружающей среде. Поэтому разработка более действенных методов очистки сточных вод от шестивалентного хрома является важной задачей. Целью данной работы было изучение физико-химического процесса осаждения хрома шестивалентного в сернокислых растворах с использованием железной (стальной) стружки, а также изучение структуры и состава получаемого осадка.

Ключевые слова: реагентный одностадийный метод, метод перманганатометрического обратного титрования, нормы предельно допустимых концентраций (ПДК), энергодисперсионный спектрометр.

АО «Новотроицкий завод хромовых соединений» (НЗХС) представляет собой предприятие, сочетающее в себе мощности химической и металлургической отрасли. Химические полуфабрикаты используются внутри завода как исходное сырье для изготовления различных видов хрома и феррохрома.

Технологические процессы получения указанных продуктов предполагают применение воды для ведения химических реакций в растворе. Неизбежно образуются избыточные сточные воды, которые загрязнены шестивалентным хромом.

Очистка и утилизации сточных вод от шестивалентного хрома, условно можно разделить на химические и физико-химические методы.

Наиболее экономичным и эффективным методом очистки сточных вод будет являться одностадийный локальный химический метод, который можно использовать в АО «НЗХС», применяя специальное оборудование для реагентной очистки. В качестве реагента-восстановителя шестивалентного хрома можно использовать железную (стальную) стружку, так как она является очень перспективной с точки зрения цены и эффективности. Данный метод довольно прост и не требует специального оборудования.

Сущность протекающего химического процесса сводится к получению коагулянта $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и осаждению на его хлопьях соединений хрома.

Для определения наиболее подходящих условий удаления шестивалентного хрома из сернокислых растворов с использованием стальной (железной) стружки, выступающей в роли реагента, в данной работе были проведены эксперименты.

В качестве эксперимента приготавливали смесь в термостойких стаканах на 400 см^3 . Для приготовления смеси добавляли 250 см^3 раствора, содержащего $5,7 \text{ г/дм}^3$ шестивалентного хрома (рис. 1), 5 г стружки, 25 см^3 концентрированной серной кислоты. Пробу отбирали в разные промежутки времени.

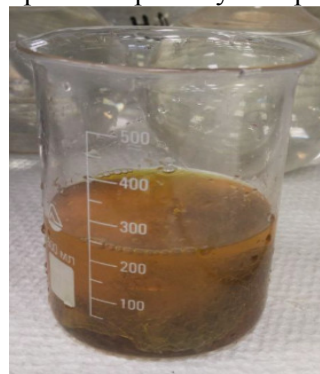


Рис.1 – Полученная смесь для эксперимента

При восстановлении шестивалентного хрома железной стружкой исследовали полученный остаток хрома в испытуемых растворах методом перманганатометрического обратного титрования (рис. 2). Проба отбиралась в разные промежутки времени.

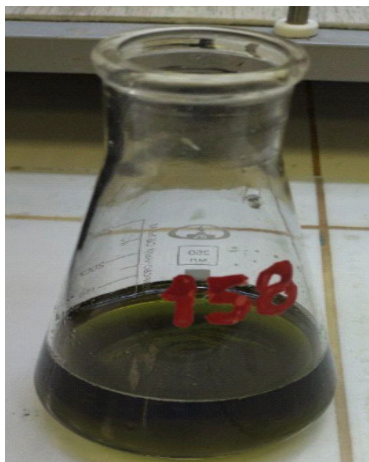


Рис. 2- Раствор в точке эквивалентности после титрования

Результаты эксперимента продемонстрировали, что содержание хрома через 24 часа, в трех параллельных определениях варьируется от 0,06 до 0,1 мг/дм³.

Степень извлечения хрома после 24 часов, составляет от 98,2 до 98,9%. Для определения химического состава осадка, раствор с образовавшимся осадком был отфильтрован через фильтр синяя лента и тщательно промыт дистиллированной водой. Далее фильтр с осадком был высушен в сушильном шкафу при температуре 105°C в течение 2-х часов. Состав полученных осадков был изучен с помощью спектрометра БРА-135F.

Спектральный анализ осадков показанный в таблице 1, выявил присутствие хрома, железа, кислорода и серы.

Полученные результаты демонстрируют, что исследуемые отходы являются ценным материалом для дальнейшей переработки, например, в качестве сырья для производства чёрного пигмента на АО «НЗХС».

По результатам проведенных исследований выявлено незначительное превышение содержания шестивалентного хрома относительно предельно допустимых концентраций (0,05). Даже не значительное превышение хрома шестивалентного в сточных водах не допускается.

По этой причине на основе полученных результатов в данной работе предложена принципиальная технологическая схема очистки сточных вод от хрома шестивалентного с дополнительной доочисткой методом коагуляции на основе железного купороса (рис. 3).

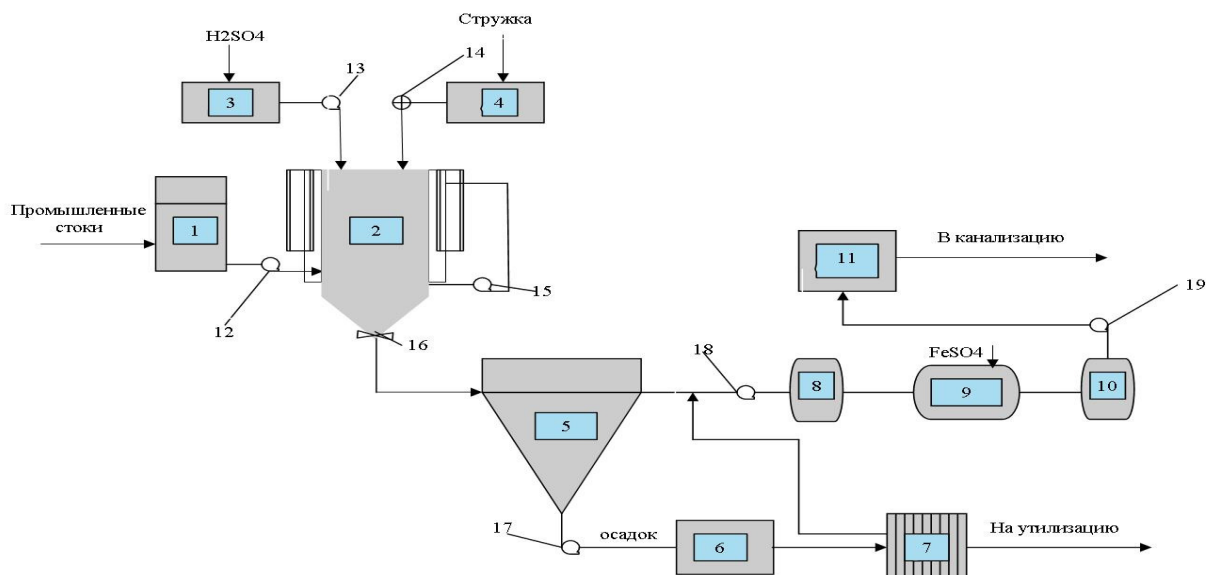
Загрязненные промышленные стоки поступают в усреднитель 1, для регулирования параметров. Затем при помощи насосного оборудования 12, промышленные стоки транспортируются в реактор-смеситель 2. Одновременно со сточной водой с помощью насоса 13 подводится серная кислота из резервуара 3. С помощью шнекового питателя 14, подаётся стальная стружка – из контейнера под номером 4. Внутри системы, обеспечивается непрерывное перемешивание за счет работы центрального насоса 15. Из реактора - смесителя поток самотеком поступает в отстойник 5, для его осветления и отделения шлама от жидкой фазы. Расход поступающих потоков регулируется с помощью запорной арматуры 16.

Полученный осадок после отстойника с помощью насоса 17, попадает в сборник осадков 6, далее обезвоживается на вакуумных фильтрах 7, после чего вывозиться на полигон для захоронения, либо отправляется на дальнейшую переработку.

Очищенная вода после отстаивания с помощью насоса 18, подается на фильтр 8, для обработки от механических примесей. Затем вода отправляется в реактор восстановления 9, после чего снова проходит через фильтр 10. После фильтрации очищенная вода попадает в сборник осветленной воды 11, а затем в канализацию.

Табл. 1. Результаты анализа осадков по данным рентгеновского энергодисперсионного анализа

Номер опыта	Масса осадка, полученная после сушки, г	Элементы, масс. %			
		Cr	Fe	S	O
1	1,9845	5,0	63,04	8,98	22,25
2	2,0025	5,37	67,00	9,31	17,77
3	2,0546	5,42	64,99	9,15	20,00



1 - усреднитель; 11,13,14,16,17,18 – насосы; 2 – реактор-смеситель; 3 – резервуар с серной кислотой; 4 – контейнер со стальной стружкой; шнековый питатель – 12; 15- запорная арматура; 5 - тонкослойный отстойник; 6 – сборник осадков; 7 - вакуумный фильтр; 8 – фильтр механический мешочного типа; 9 – сорбционный фильтр со специальной загрузкой; 10 – сборник осветлённой воды

Рис. 3 – Технологическая схема очистки сточных вод от хрома шестивалентного

В результате проведенного исследования было предложено очистка сточных вод от шестивалентного хрома на АО «НЗХС».

Экспериментальные данные, полученные в лабораторных условиях, продемонстрировали снижение концентрации хрома шестивалентного с $5,7 \text{ г/дм}^3$ до $0,06 \text{ мг/дм}^3$. С помощью современного спектрометра БРА–135F было установлено элементное содержание осадков, в которых зафиксировано содержание хрома (5,37%), железа (65%) и серы (9,15%).

Литература

1. Квиринг М.Д. Разработка системы процесса очистки сточных вод от хрома VI // Химия. Экология. Урбанистика, 2021. Т. 1. С. 108-111.
2. Авторское свидетельство № 1511221 А1 СССР, МПК C02F 1/70, C02F 1/62, C02F 101/22. Установка для реагентной очистки сточных вод от соединений шестива-

лентного хрома: № 4352377: заявл. 29.12.1987 : опубл. 30.09.1989 / В.В. Соколов, А.А. Агаркова, В.И. Ванин, В.Т. Сыромкин.

3. Онищук А.А., Валиулин С.В. Физическая химия: учебник. – Вологда: «Инфра-Инженерия», 2025. – 372 с.
4. Зиатдинов М.Х., Шатохин И.М., Леонтьев Л.И. Технология СВС композиционных ферросплавов часть I. Металлургический СВС процесс. синтез нитридов феррованадия и феррохрома.// Известия высших учебных заведений. Черная Металлургия. 2018;61(5):339-347.
5. Любимова Н.В., Бабкина И.В., Тимофеев Ю.С. Проведение биохимических исследований: учебник. – Москва: Издательская группа "ГЭОТАР-Медиа", 2025. – 256 с.
6. Фрадков М. Постановление Правительства РФ от 21.01.06 № 24 // Сибирь-Восток, 2006. № 1. С. 42.

Сведения об авторах

Алексеев Данил Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: alekseev41047@mail.ru.

Богатова Оксана Григорьевна, студент, кафедра математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

УДК 66.546.3

ЖАРОПРОЧНЫЙ БЕТОН НА ОСНОВЕ ПРОПАНТА И ЕГО ВОЗМОЖНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ В КОНСТРУКЦИИ КОКСОВОЙ БАТАРЕИ

Алексеев Д.И., Жиркова Е.С.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. Актуальность данной работы определяется потенциалом пропанта в качестве добавки в жаропрочный бетон. В работе была поставлена задача провести лабораторные испытания обычного бетона с добавлением пропанта. Определить у полученных бетонных образцов механическую прочность и оценить экономическую целесообразность его применения. Объект исследования – жаропрочный бетон с добавлением пропанта. Цель – исследовать потенциал пропанта в качестве добавки к жаропрочному бетону и определить условия его применения.

Ключевые слова: пропант, жаропрочный бетон, бетонная смесь, механическая прочность.

ООО «Оренбургский пропант»
резидент ТОСЭР «Новотроицк» 2017 года

Предприятие выпускает пропанты для нефти – газовой промышленности. Первый этап производства запущен в июле 2019 г.

Пропант – это материал, который используется в нефтяной и газовой промышленности для удержания трещин в горных породах от закрытия после гидравлического разрыва.

Пропант обеспечивает поддержку трещин и обеспечивает протяженность канала для добычи нефти и газа. Пропант может быть изготовлен из различных материалов, таких как кварцевый песок, керамика, алюмосиликаты и другие.

Добавление пропанта в состав бетона происходит на стадии его приготовления. Пропант добавляется вместе с другими компонентами бетонной смеси и тщательно перемешивается (табл. 1). Для достижения оптимальных результатов необходимо соблюдать правильные пропорции добавления пропанта и других компонентов. После добавления пропанта бетонная смесь заливается в формы и подвергается процессу твердения.

Жаропрочный – это материал, который способен выдерживать высокие температуры в диапазоне 800-1800 °С.

Для формирования бетонных образцов использовали форму 2ФК-100, образцы в которой получаются 100*100*100 мм. После укладки бетона в форму образцы в форме уплотняли на вибростол.

Сформованные образцы выдерживали сначала в шкафу влажного хранения, показано на рис. 4, после чего высушивали в сушильном шкафу при температуре 105°С 48 часов в соответствии с ГОСТ 20910-2019

«Бетоны жаростойкие. Технические условия».

Табл. 1. Состав бетонной смеси

Компоненты	Состав, кг на 1 м ³ бетона
ЦЕМ I 52,5Н	350
ЦЕМ II/A-III 42,5Н	350
Песок Оренбург	835
Щебень Оренбург (5-10) 40%	432
Щебень Оренбург (10-20) 60%	648
Мин.добавка (пропант) 5%	17,5
Sika 0,8%	2,80
Вода	172

Далее образцы поместили в печь и производили нагрев до температуры 600 °С за 1 час и выдержкой в течении 2 часов. Далее за 1 час температура была выведена до 1100 °С. Выдержка при температуре 1100 °С составила 4 часа, показано на рис. 1. Далее печь охлаждалась естественным образом.

После обжига образцы испытывали на механическую прочность до обжига в зависимости от времени и после термообработки.

График динамики набора прочности бетона в зависимости от времени до нагрева, показан на рис. 2. Из графика видно, что прочность бетона возрастает при увеличении времени выдержки. То есть добавка пропанта не влияет на набор механической прочности бетона.

Прочность образцов после термообработки показана на рис. 3. Прочность бетона резко уменьшилась в 25 раз с цементом марки ЦЕМ II/A-III 42,5Н и в 30 раз с цементом марки ЦЕМ I 52,5Н.

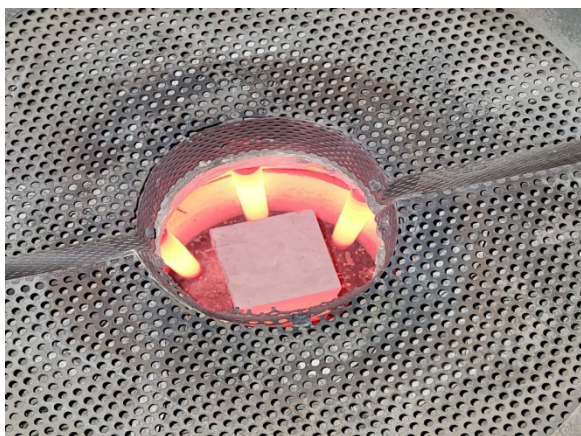


Рис. 1 – Обжиг при 1100 °С

В рамках работы проведена экономическая оценка эффективности использования пропанта при изготовлении жаропрочного бетона. Результаты показали, что 1 м³ бетона с добавлением пропанта имеет в 4,6 раза меньшую стоимость, чем 1 м³ шамотного изделия. Таким образом, работы в области поиска состава жаропрочного бетона с добавлением пропанта целесообразны с экономической точки зрения.

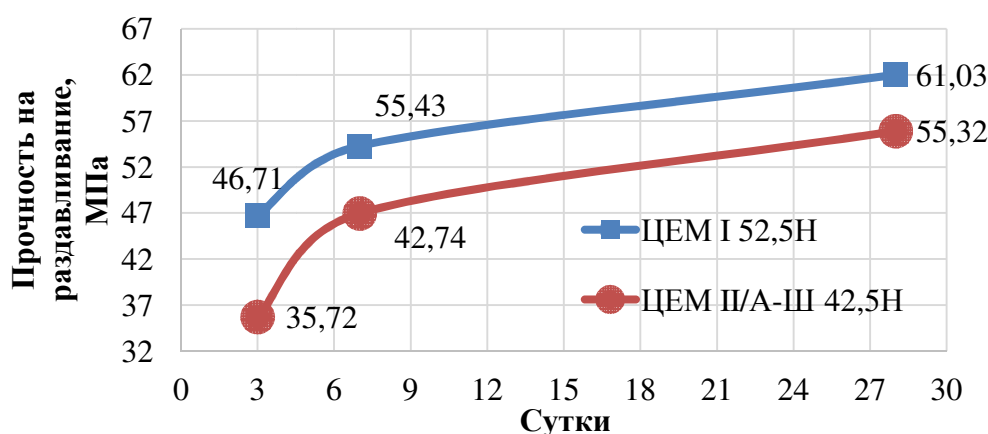


Рис. 2 – Динамика набора прочности бетона в зависимости от времени и марки цемента

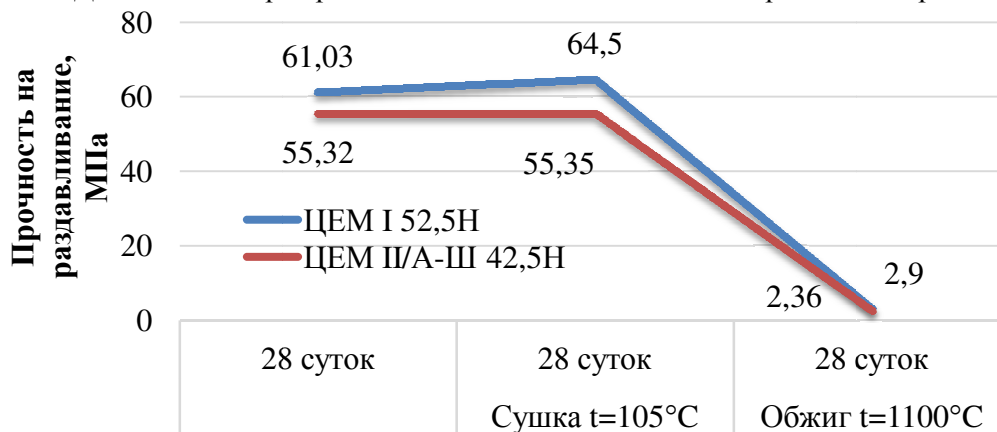


Рис. 3 - Прочность бетона после термообработки

В ходе исследования было изготовлено 24 образца, 4 серии по 6 образцов с двумя марками цемента. после термообработки при 1100 °С прочность образцов составила 5 МПа без добавления пропанта и 2 МПа с добавлением пропанта. У образцов наблюдались трещины и вздутия от ошлаковавшегося материала. Кроме того, мы связываем снижение прочности бетона с добавлением пропанта по сравнению с обычным бетоном с гладкой формой пропанта. Поверхность пропанта гладкая и адгезия с раствором бетона минимальная.

Кроме того, пропант обожжён, сформирована его кристаллическая структура и при наборе прочности и обжиге обожженный пропант не становится единым массивом с бетоном. Возможно, в бетоне необходимо использовать пропант сырец, для того чтобы при наборе прочности бетона и обжиге пропант интегрировался в общий массив массы.

Сделан вывод, что при составлении жаропрочного бетона все материалы необходимо обжигать для исключения процесса ошлакования, который мы наблюдали.

Литература

1. Применение гидроразрывной технологии в практике строительства: Материалы конференции / Под редакцией О.А. Шулятьева. – М.: Научно-исследовательский центр "Строительство", 2022. – 140 с.
2. Пропанты для нефте- и газодобычи / Ю.Г. Павлюкевич, П.С. Ларионов, Е.Е. Трусова и др. // Химическая технология и техника, 2020. С. 12-13.
3. Исследование возможности получения жаростойких бетонов на основе серпентин-фосфатных композиций / А.А. Орлов, Г.Ф. Аверина, Д.В. Ульрих, Т.Н. Черных // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика, 2022. № 1(45). С. 71-78.
4. Зубова Я. В. История развития, современное состояние и перспективы применения жаростойких бетонов // Научный потенциал строительной отрасли: Сборник тезисов. – М.а: АО «НИЦ «Строительство», 2023. С. 42-43.
5. Патент № 2790813 С1 РФ, МПК G01N 21/85. Способ оценки пропанта и устройство для сбора пропанта: № 2022120407: заявл. 25.07.2022: опубл. 28.02.2023 / А.Ф. Соколов, В.П. Ваньков, А.Е. Алеманов и др.; заявитель Публичное акционерное общество "Газпром".

Сведения об авторах

Алексеев Данил Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: alekseev41047@mail.ru.

Жиркова Екатерина Сергеевна, студент, кафедра математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

УДК 364.2

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУЛЬФИТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХРОМОВОГО ДУБИТЕЛЯ

Нефедова Е.В., Петров А.А.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье описаны факторы, влияющие на производство хромового дубителя, технологическая схема производства хромового дубителя, описание экспериментов восстановления хрома с помощью смеси восстановителей разных пропорций.

Ключевые слова: хром, хромовый дубитель, схема, пропорция, сахар, бисульфит натрия, бихромат натрия.

Хромовый дубитель представляет собой вещество в виде зеленого порошка на основе трехвалентного хрома, который используется в дублении кож и мехов для придания ей прочности устойчивости к влаге и температуре.

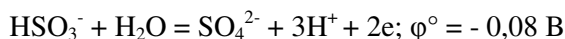
Важнейшими качествами готового дубителя являются основность, фракционный состав, растворимость и поглощаемость. Исследователи выделяют факторы, влияющие на свойства готового дубителя: природа восстановителя, pH и температура раствора, наличие посторонних примесей [3].

В работе рассмотрено влияние природы восстановителей на реакцию восстановления хрома (+6). Традиционно используются в производстве органические восстановители: сахар, формалин, мальтодекстрин, пектин, глюкоза. При этом установлено, органические восстановители дают множество побочных реакций, в зависимости от примесей, не полностью восстанавливают хром (+6) и характеризуются невысокой скоростью ОВР, что приводит к повышенным энергозатратам при производстве [2].

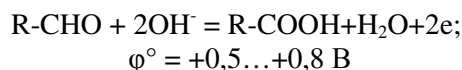
К неорганическим восстановителям хрома (+6) относят соединения серы: сернистый ангидрид, тиосульфат натрия, сульфит и бисульфит натрия. Здесь ход реакции более предсказуемый, скорость и глубина восстановления намного выше, энергозатраты ниже. Но возникают побочные продукты в виде серы и диоксида серы.

Восстановительная активность сахара и бисульфита натрия (NaHSO_3) различается из-за их химической природы и механизмов восстановления.

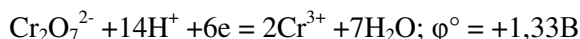
Бисульфит натрия (NaHSO_3) - сильный восстановитель за счёт серы в степени окисления +4 (может окисляться до +6). Сахара (сахароза, глюкоза, фруктоза и др.) - слабые восстановители, проявляют активность благодаря альдегидной или кетонной группе. Это подтверждается значениями окислительно-восстановительных потенциалов. Полуреакция и потенциал процесса:



Реакция окисления глюкозы:



В то же время потенциал реакции восстановления хрома:



Чем выше разность потенциалов, тем выше скорость реакции.

Замена сахара на бисульфит натрия (NaHSO_3) в производстве хромового дубителя может быть обоснована с точки зрения его химической активности и высокой скорости процесса. В отличие от сахара (который требует кислотного гидролиза и ферментации для выделения восстановительных свойств), NaHSO_3 действует мгновенно, сокращая время обработки [1].

Снижаются затраты на хранение и транспортировку, NaHSO_3 более стабилен, чем сахар, который может слеживаться или портиться.

Сведения об авторах

Нефедова Евгения Викторовна, к.п.н., доцент кафедры математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: nefedova.ev@misis.ru

Петров Артём Александрович, студент, кафедра математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

В ходе экспериментальной работы опытным путем подбирались технология проведения реакции, порядок смешивания реактивов, температурный режим и расходные коэффициенты восстановителей.

Скорость реакции с сахарозой более чем в 5 раз ниже, чем с бисульфитом натрия. Были проведены опыты по изменению соотношения восстановителей в смеси за 5 параллельных измерений. Оптимальной является добавка 20% бисульфита натрия в восстановительную смесь. При этом расходный коэффициент по обоим восстановителям 1,2 (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты восстановления хрома пропорциями восстановителей

% сахара	Объём раствора	% бисульфита натрия	Объём раствора	Время восстановления хрома, с
90	11,2	10	0,4	59
80	10,0	20	0,7	43
70	8,7	30	1,1	46
60	7,5	40	1,5	50
50	6,2	50	1,9	52

Таким образом, в работе была теоретически обоснована возможность замены сахара на бисульфит натрия, но экспериментальная работа может быть продолжена по изучению свойств и выхода полученного продукта реакции.

Литература

1. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: «Химия», 1989. – 296 с.
2. Чурсин В.И., Зайцева А.О. Синтез хромового дубителя в присутствии олиго- и полисахаридов // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология, 2021. Т. 64. № 5. С. 63-70
3. Ярутич А.П. Дубление кож с применением сухих хромовых дубителей с улучшенными кожевенно-технологическими свойствами: автореф...дис. кан. тех. наук. – Москва, 2005. – 250 с.

УДК 693.54

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОГНЕУПОРНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ЖАРОПРОЧНОГО БЕТОНА С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ В КЛАДКЕ КОКСОВОЙ БАТАРЕИ *

Ермуханова Г.М.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В конструкции коксовой батареи используются огнеупорные фасонные изделия. Для совершенствования конструкции коксовой батареи необходимо постоянное развитие и внедрение новых фасонных изделий, что невозможно ввиду необходимости их запуска в серию в огнеупорном производстве. В этой связи актуальным становится применение жаропрочного бетона для изготовления огнеупорных изделий для кладки коксовой батареи. Данная работа направлена на изучение свойств жаропрочного бетона.

Ключевые слова: цемент, жаропрочный бетон, бетонная смесь, характеристики жаропрочного бетона, расплыв бетонной смеси, подвижность бетонной смеси, прочность на сжатие.

В конструкции коксовой батареи используются огнеупорные фасонные изделия. В этой связи актуальным становится применение жаропрочного бетона для изготовления огнеупорных изделий для кладки коксовой батареи. Данная работа направлена на изучение свойств жаропрочного бетона. Общая концепция применения жаропрочного бетона следующая. С помощью 3D принтера изготавливать опалубку для огнеупорного изделия, а далее заливать или запрессовывать в неё жаропрочный бетон. Подобная технология позволила бы отказаться от обжига изделий, кроме того, за счёт применения 3D принтера удалось бы снизить затраты на изготовление форм. Данная идея требует планомерного развития и не может быть реализована за одно исследование. Поскольку в научных работах достаточно мало упоминания о жаропрочном бетоне, то мы решили для начала испытать механическую прочность самого обычного бетона после термической обработки, на котором испытывают качество цемента в условиях ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ» [1].

В рамках данной работы были проведены 2 эксперимента по 6 образцов в каждом с применением цемента ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ» марок ЦЕМ I 52,5Н и ЦЕМ II/A-III 42,5Н. Состав бетонной смеси представлен в табл. 1.

На рис. 1 представлена схема порядка проведения испытаний бетона в лаборатор-

ных условиях ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ».

Табл. 1. Состав бетонной смеси

Компоненты	Расход материала, кг/м ³
Цемент ЦЕМ I 52,5Н	350
Цемент ЦЕМ II/A-III 42,5Н	350
Песок (Оренбург)	835
Щебень (Оренбург) (5-10 мм) 40 %	432
Щебень (Оренбург) (10-20 мм) 60 %	648
Добавка Sika 0,8 %	2,80
Вода	169

В соответствии с методиками испытания ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ» были проведены взвешивания всех компонентов. Для достижения гомогенности бетонной смеси все компоненты были тщательно перемешаны в сухом виде. Затем была добавлена вода, а масса гомогенизирована.

Удобоукладываемость бетонной смеси оценивали показателями расплыва и подвижности.

Контроль подвижности осадки конуса проводили по прошествии 15 минут, 120 минут в соответствии с ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия», представлено на рис. 2.

* работа выполнена под руководством Алексеева Даниила Игоревича, канд. техн. наук, доцент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»



Рис. 1 – Порядок проведения испытаний в лабораторных условиях ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ»



Рис. 2 – Измерение осадки конуса

Для укладки бетонной смеси применяли формы 2ФК-100. Размер получаемого бетонного образца составляет 100*100*100 мм. Для более полного уплотнения бетонной смеси использовали вибростол.

Образцы были выдержаны в шкафу влажного хранения при температуре $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности $95 \pm 5\%$.

Затем образцы были высушены с использованием сушильного шкафа при температуре 105°C в течении 48 часов в соответствии с ГОСТ 20910-2019 «Бетоны жаростойкие. Технические условия».

После образцы бетона были взвешены и осмотрены на предмет дефектов, измерены все грани куба с точностью до 0,1 мм

Далее эти образцы поместили под гидравлический пресс и провели испытание на сжатие. Набор прочности бетона представлен диаграммой на рис. 3.

Оставшиеся 2 образца бетона выдержали в течение 2-х часов при температуре 600°C (выход на температуру за 1 час), представлено на рис. 4.

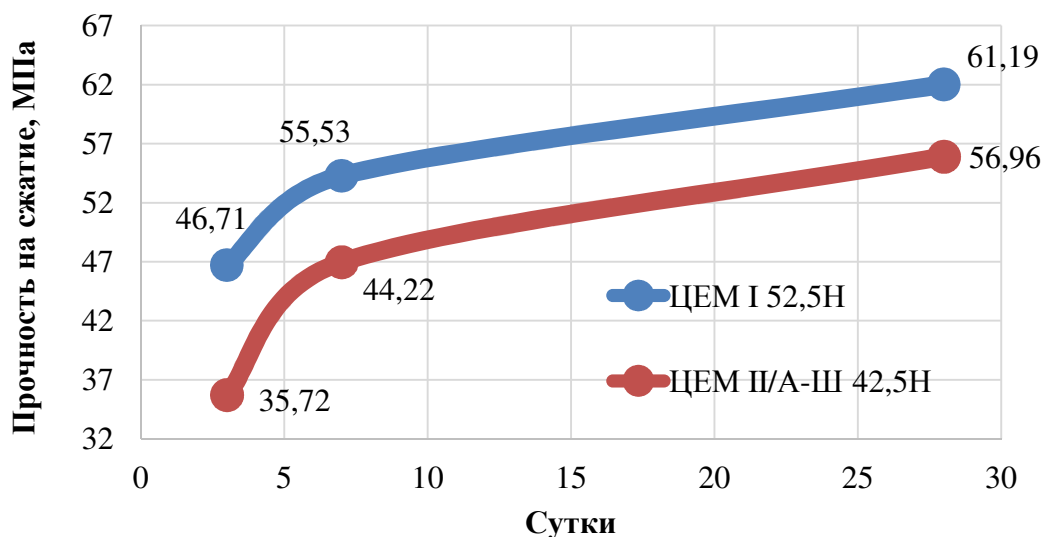


Рис. 3 – Характеристика набора прочности бетона в зависимости от времени

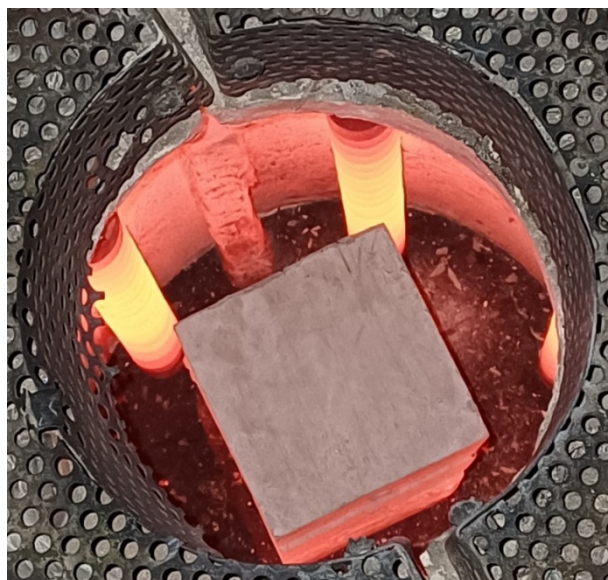


Рис. 4 – Образцы бетона при температуре 600°C



Рис.5 – Образец бетона после термообработки

Далее происходил обжиг при температуре 1100 °С в течение 4-х часов с последующим остыванием установки и образцов до комнатной температуры (выход на температуру также за 1 час) [2].

Образец бетона после обжига, представленный на рис. 5, свидетельствует о том, что в результате термической обработки возникли множественные трещины за счёт того, что какой-то из компонентов бетонной смеси ошлаковался (вздутия на поверхности образца, рис. 5).

После проведения термообработки при температуре 1100 °С наблюдается существенное снижение прочностных характеристик бетона, которое составило практически десятикратное уменьшение, представлено диаграммой на рис. 6.

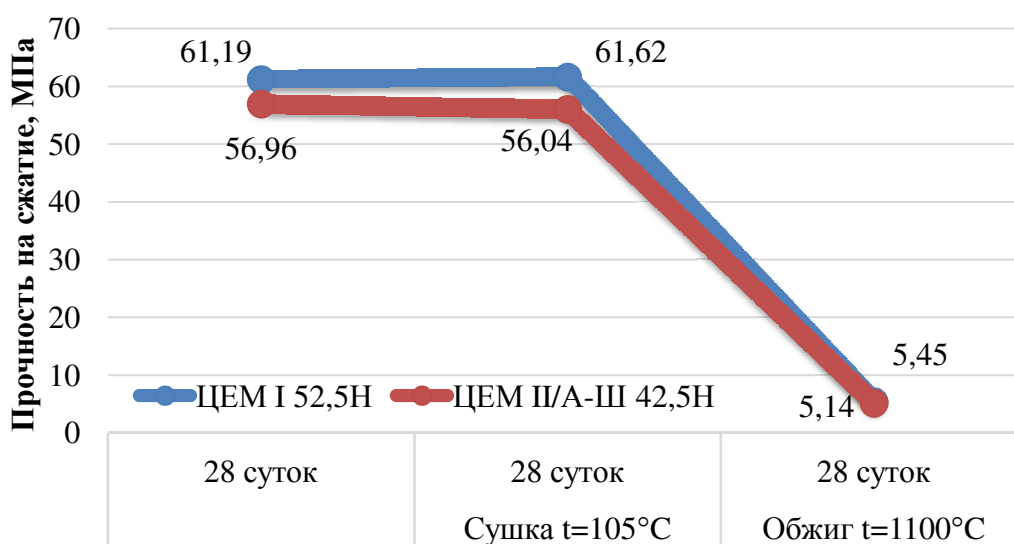


Рис. 6 – Результаты испытаний бетона после термообработки

После испытания на сжатии бетон представлен на рис. 7.



Рис. 7 – Образец бетона после испытания на сжатие

Расчет стоимости бетона по опытной технологии показал значительное снижение издержек в сравнении с шамотным огнеупорным кирпичом. Бетон получается в 5 раз дешевле. Конечно, полученный нами бетон не является жаропрочным, однако, цена бетона по сравнению с шамотными изделиями меньше, то есть жаропрочный бетон, несмотря на большую стоимость, может оказаться экономически целесообразным по сравнению с шамотным. А с учетом того, что в конструкции коксовой батареи используют фасонные изделия, стоимость 1 м³ шамота будет выше. Кроме того, в жаропрочном бетоне

можно использовать бой огнеупорных изделий с ЭСПЦ, что не сильно увеличит себестоимость бетона.

Заключение. В результате проведения испытания на сжатие образцов после термической обработки было выявлено значительное снижение прочностных характеристик, а именно десятикратное уменьшение значений предела прочности бетона. Но можно заметить, что основная причина снижения механической прочности явилось ошлакование одного из компонентов бетона [3]. Из этого следует важный вывод, что материалы для изготовления жаропрочного бетона должны быть обязательно обожженными.

Литература

1. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Химические добавки для бетона. – Москва: Инфинити, 2015. – 318 с.
2. Перфилов В.А. Влияние высоких температур на прочность и трещиностойкость жаростойких бетонов // Технологии бетонов, 2012. № 1-2(66-67). С. 36-37.
3. Гнедаш Е.Е., Акчурин А.К., Стефаненко И.В. Состояние и перспективы развития технологий жаростойких композиционных материалов // Известия Волгоградского государственного технического университета, 2018. № 9(219). С. 56-61.

Сведения об авторах

Ермуханова Гульмира Муратовна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: n2101339@edu.misis.ru.

УДК 66.666.32/36

ВОВЛЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ТЕХНОЛОГИЮ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОПАНТА В УСЛОВИЯХ ООО «ОРЕНБУРГСКИЙ ПРОПАНТ»

Алексеев Д.И., Кильдыбаева В.С.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. Объемы добычи нефти в России значительны и увеличиваются с каждым годом. При добыче нефти и гидравлическом разрыве нефтяного пласта для поддержания его в рабочем состоянии используют пропант. Гидравлический разрыв пласта представляет собой механическое воздействие на продуктивный пласт, в результате которого порода разрывается под действием избыточного давления с образованием трещин. В эти трещины жидкостями разрыва транспортируют расклинивающий материал – пропант, закрепляющий трещины в раскрытом состоянии после снятия избыточного давления. Керамические пропанты остаются востребованным продуктом, поэтому постоянно ведется работа по подбору оптимальных составов пропанта, чтобы удешевить продукт, при этом сохранить его качественные показатели. В данной работе проведено лабораторное моделирование и оценка возможности вовлечения различных промышленных отходов при производстве пропантов.

Ключевые слова: методика определения насыпной плотности; методика определения сферичности и округлости, микроскопирование промышленного пропанта и модельных пропантов.

ООО «Оренбургский пропант» выпускает магнезиально-кварцевые пропанты различных фракций. Пропант – мелкий гранулообразный порошок повышенной прочности. За счет шарообразной формы гранул пропант закрепляет стенки трещин внутри породы, препятствуя их закрытию, при этом нефть обтекает эти гранулы и свободно движется к стволу скважины. Высокая механическая прочность и способность выдерживать значительные нагрузки позволяет использовать пропанты в глубоких пластах залегания нефти.

Для моделирования процесса производства пропанта на ООО «Оренбургский пропант» изучили принципиальную схему, которая состоит из трех стадий:

- подготовка сырья, которая включает в себя обжиг;
- грануляция шихтовочной смеси с получением гранул пропанта-сырца, его сортировка по фракциям;
- обжиг пропанта-сырца с получением готового пропанта.

Для моделирования процесса получения пропанта были использованы слежавшийся портландцемент и речной песок. Накатка гранул пропанта-сырца проводилась на лабораторном грануляторе, обжиг – в лабораторной муфельной печи (установка CRI/CSR).

При обжиге происходит процесс спекания, который сводится к удалению пор из

пористого тела за счет их заполнения веществом и уплотнения пористого тела.

В таб. 1 отражены модельные смеси и описание полученных в условиях лаборатории НФ НИТУ «МИСИС» гранул пропанта.

На рис. 1-4 показаны пропанты, полученные от модельных смесей (табл. 1). На фото видно (рис. 1-4), что визуально получившиеся гранулы отличаются от пропантов заводского производства. Фактически пропант в лабораторных условиях не получился, потому что фракция песка в 0,3 мм оказалась сопоставимой по размеру с шариками пропанта. Кроме того, температура обжига в лабораторных условиях составила 1100 °С вместо 1350 °С в промышленных условиях. На фотографиях видно, что процесса спекания не произошло, поскольку в модельном пропанте видны отдельные зёрна. Полученные модельные пропанты разрушаются при применении небольшой посторонней нагрузки. Насыпная плотность модельных гранул варьируется от 0,9 до 1,13 г/см³, что соответствует ГОСТ Р 54571 (не более 1,75 г/см³). Сферичность и округлость модельных гранул получилась близкой к нормам от 0,5/0,8 до 0,8/0,8 усл. ед, а в соответствии с ГОСТ Р 54571 не менее 0,7/0,7 усл. ед.

Табл. 1. Характеристика полученных модельных смесей

Смесь № 1 Цемент ЦЕМ II-32,5 (брак) + песок (фракция < 0,315 мм) в соотношении 50%/50%	Смесь № 2 Цемент ЦЕМ II-32,5 (брак) + песок (фракция < 0,315 мм) в соотношении 70%/30%	Смесь № 3 Цемент ЦЕМ II-32,5 (брак) + песок (фракция < 0,315 мм) в соотношении 60%/40%
Обжиг гранул проводился в лабораторной муфельной печи при температуре от 1065 до 1121°C. Обожжённые гранулы, имеют неправильную форму, близкую к шару, пористую поверхность и неравномерную окраску. Видны песчинки на поверхности гранул, что свидетельствует о том, что химической реакции при обжиге не протекало.	Обжиг гранул проводился в лабораторной муфельной печи при температуре 1116°C. Гранулы имеют разный размер, форма гранул – неправильная шарообразная или овальная. В отличие от гранул, полученных из смеси № 1, нет гранул экстремально большого размера, равномерный цвет гранул, вкраплений песчинок почти не видно.	Обжиг гранул проводился в лабораторной муфельной печи при температуре 1116°C. Гранулы, полученные из смеси № 4, имеют равномерный серый цвет. Вкраплений частичек песка невооружённым взглядом не видно. На поверхности присутствуют поры. Все гранулы примерно одного размера. Форма гранул максимально близка к шарообразной.



Рис. 1 – Гранула из смеси № 1



Рис. 2 – Гранула из смеси № 2



Рис. 3 – Гранула из смеси № 3



Рис. 4 – Гранула заводского производства

В табл. 2 представлен химический состав магнезиально-кварцевого и алюмосиликатного пропанта, а также модельных смесей. Несмотря на то, что в лабораторных условиях пропант не

получился, мы считаем, что отходы всё-таки можно добавлять при производстве пропанта. Обоснуем данное предположение с химической точки зрения. Содержание в модельных смесях таких оксидов как SiO_2 и

Al_2O_3 сопоставимо с их содержанием в магнезиально-кварцевых пропантах (табл. 2).

Табл. 2. Химический состав различных типов пропантов и промышленных отходов, предлагаемых к вовлечению в технологию производства пропантов

Компонент	Формула	Пропанты				
		магнезиально-кварцевые	алюмосиликатные	Смесь № 1	Смесь № 2	Смесь № 3
Оксид магния	MgO	44	1	1,5	2,1	1,8
Оксид кремния	SiO ₂	46	13	57	43,8	50,4
Оксид алюминия	Al ₂ O ₃	9	72	6	5,2	5,6
Оксид кальция	CaO	0,3	3	34	46,8	40,4
Оксид железа (III)	Fe ₂ O ₃	0,2	10	1	1,4	1,2
Оксиды щелочных металлов	Na ₂ O + K ₂ O	0,1	0	0,25	0,35	0,3
Оксид титана	TiO ₂	0,4	1	0,25	0,35	0,3
Оксид фосфора (V)	P ₂ O ₅	0	0	0	0	0
Оксид марганца (IV)	MnO ₂	0	0	0	0	0
	Итого:	100	100	100	100	100

В модельных смесях фактически заменён MgO на CaO. По нашему мнению, это существенно не повлияет на прочностные свойства пропанта, поскольку CaO и MgO находятся в одной группе щелочноземельных металлов в таблице Д.И. Менделеева, кроме того, в природе данные металлы встречаются, как правило, вместе в минералах и образуют твёрдые растворы, то есть единую кристаллическую решётку. Например, минерал магнезит состоит из смеси MgCO₃ и CaCO₃, которые образуют твёрдый раствор.

Экономические расчеты показали, что введение цемента в сырьевую смесь для производства пропанта значительно снижает себестоимость готовой продукции.

Литература

1. Бабенко С.А., Семакина О.К. Поверхностные явления и процессы на их основе в гетерогенных системах с твердой фазой: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2022. – 110 с.

Сведения об авторах

Алексеев Данил Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: alekseev41047@mail.ru.

Кильдыбаева Венера Салтановна, студент, кафедра математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

2. Башкатов Н.Н. Химическая технология гидравлических вяжущих материалов на основе силикатов кальция: учебное пособие. – Екатеринбург: УрФУ, 2020. – 244 с.
3. Бугаенко В.А., Кадырова З.Р., Эминов А.А. Магнезиальное огнеупорное сырье и перспективы его использования. // Новые огнеупоры. 2018;(5):10-12.
4. Гилаев Г.Г., Ольховская В.А., Хафизов В.М. Гидроразрыв пласта в вертикальных и горизонтальных скважинах: учебное пособие для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 304 с.
5. ГОСТ Р 54571-2023. Пропанты магнезиально-кварцевые. Технические условия: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 июля 2023 г. № 513-ст: дата введения 2024-01-01.
6. Классен П.В., Гришаев И.Г., Шомин И.П. Гранулирование. – Москва: Химия, 2021. – 238 с.

УДК 66.02

РАССМОТРЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ АБСОРБЕРОВ ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ АММИАКА И ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФАТА АММОНИЯ *

Кондратьев Л.Г.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье описаны конструкции сатураторных установок и абсорберов для очистки коксового газа от аммиака и получения сульфата аммония. Проведено сопоставление параметров работы сатураторов и абсорберов, проанализированы технологические схемы с их применением.

Ключевые слова: сульфат аммония, очистка от аммиака, сатураторный способ, форсуночный абсорбер, комбинированный сатуратор.

Сульфат аммония – продукт взаимодействия аммиака с серной кислотой. Кристаллическое вещество представляет собой белые или слабоокрашенные кристаллы. Является минеральным удобрением для сельского хозяйства [1].

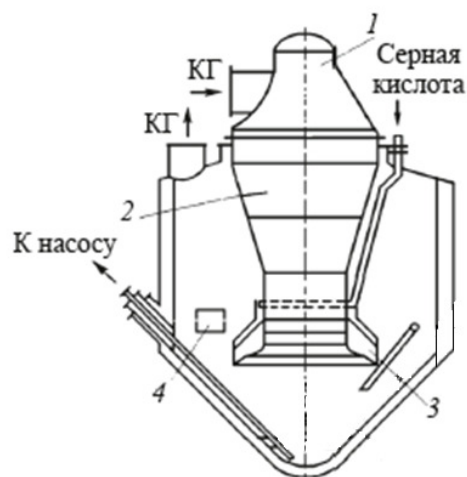
Качество сульфата аммония должно отвечать требованиям действующего ТУ 113-03-625 или ГОСТ 9097-82 для сульфата высшего сорта. ТУ предполагает сниженные требования к качеству сульфата аммония и не учитывает крупность кристаллов по сравнению с ГОСТ.

Основная доля сульфата аммония, получаемого при очистке коксового газа на большинстве коксохимических производств происходит в барботажных сатураторах.

Барботаж маточного раствора в сатураторе обеспечивается центральным барботажным зондом. К нижнему фланцу газоподводящей трубы присоединен барботажный зонт, к верхнему фланцу – шлем. Поступающий коксовый газ и аммиачные пары по газоподводящей трубе направляются к барботажному зонту. При барботировании через маточный раствор из коксового газа поглощается аммиак. Газ, проходя по кольцевому сечению между наружными стенками сатуратора и газоподводящей трубой, частично освобождается от брызг маточного раствора.

Схема получения сульфата аммония в сатураторе барботажного типа приведена на рис. 1.

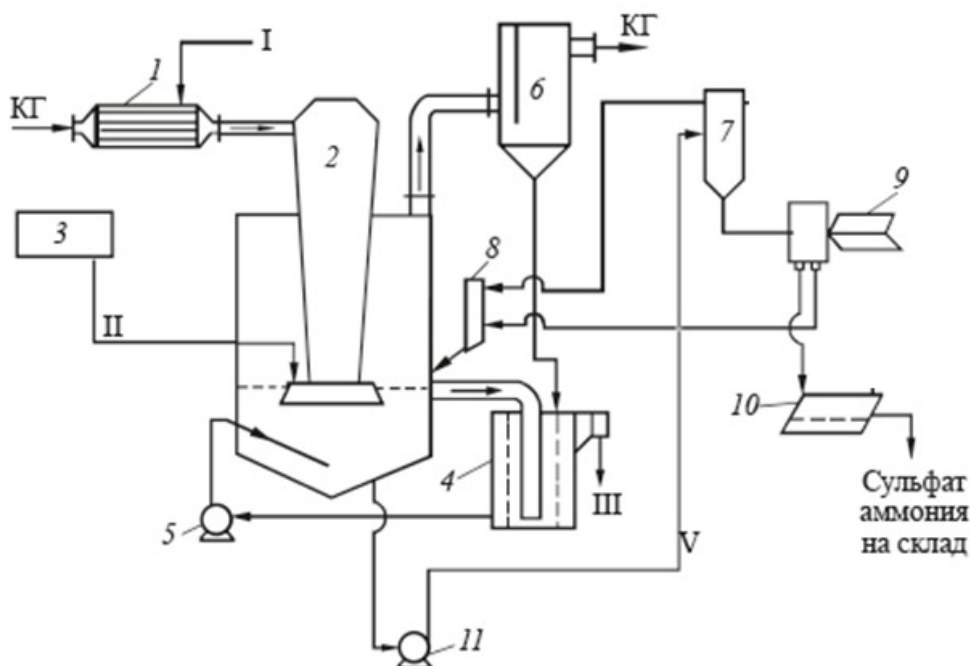
При работе по данной схеме (рис. 2) коксовый газ поступает в подогреватель 1, нагревается глухим паром до 50 – 60 °С и подается в сатуратор 2, где в процессе барботажки через сернокислый раствор происходит взаимодействие содержащегося в нем аммиака с серной кислотой с образованием кристаллов сульфата аммония.



1 – шлемовая труба; 2 – газоподводящий патрубкок; 3 – барботажный зонт; 4 –переток раствора

Рис. 1 – Сатуратор

* работа выполнена под руководством Алексеева Данила Игоревича, канд. техн. наук, доцент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»



1 – паровой подогреватель; 2 – сатуратор; 3 – напорный бак серной кислоты;
4 – циркуляционная кастрюля; 5 – циркуляционный насос; 6 – кислотная
ловушка; 7 – кристаллоприемник; 8 – кастрюля обратных токов; 9 – центрифуга;
10 – сушилка; 11 – насос; I – пар; II – серная кислота; III – кислая смолка;
V – пульпа сульфата аммония

Рис. 2 – Схема получения сульфата аммония в сатураторе

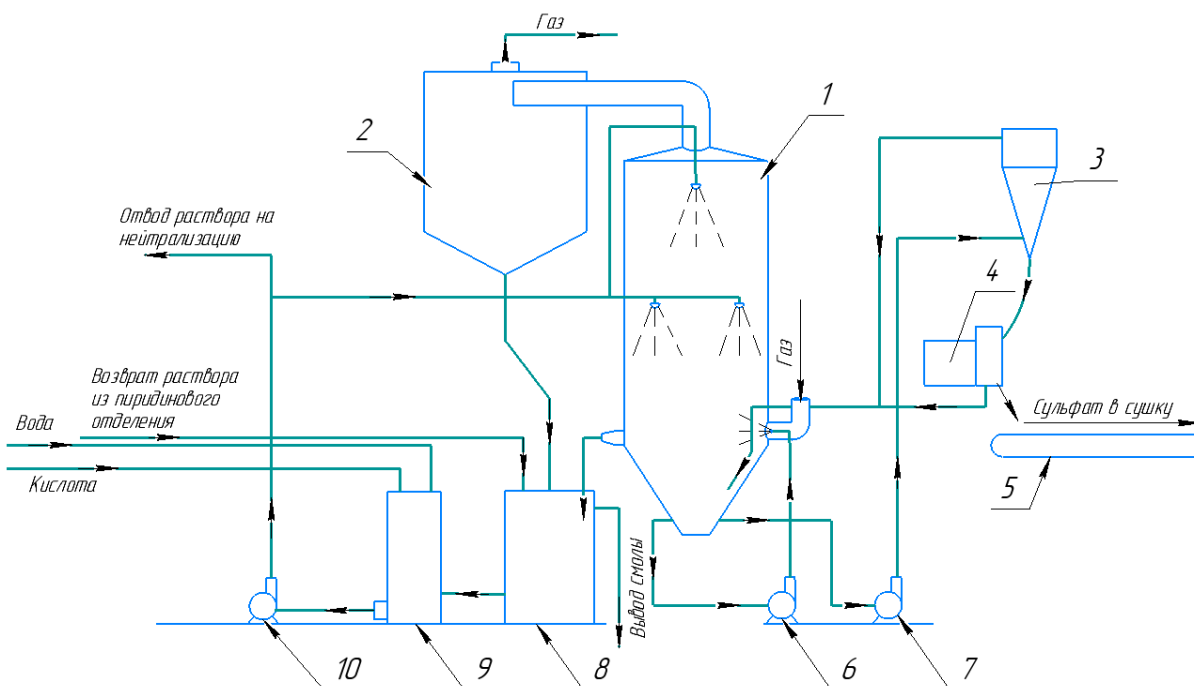
Оседающие на дно сатуратора 2 кристаллы сульфата аммония в виде суспензии с помощью насоса 11 откачиваются в кристаллоприемник 7, где продолжается формирование кристаллов и происходит отделение маточного раствора, возвращающегося обратно в сатуратор. Суспензия кристаллического сульфата аммония подается в центрифугу 9, где отделяется от маточника, промывается водой и поступает в сушилку 10, а затем на склад товарного продукта. Коксовый газ, очищенный от аммиака, поступает в кислотную ловушку 6 для отделения от увлеченных им капель маточного раствора и направляется в отделение конечного охлаждения. В сатуратор 2 непрерывно подается свежий раствор серной кислоты из напорного бака 3 при непрерывном перемешивании для выравнивания концентрации. Это обеспечивается за счет барботажа коксового газа и циркуляции маточного раствора, частично переливающегося в циркуляционную кастрюлю 4, из которой он возвращается в сатуратор 2 циркуляционным насосом 5. По мере накопления в циркуляционной кастрюле слоя кислой смолки, его отделяют

от маточного раствора и вывозят на утилизацию.

Совершенствование процесса улавливания аммиака в сатураторах барботажного типа приводит к необходимости усиления циркуляции маточного раствора. При этом перекачка насосами больших количеств маточного раствора позволяет путем даже грубого распыления, в форсуночных абсорберах, по схеме представленной на рис. 3, обеспечить необходимую поверхность контакта между жидкой и газовой фазами.

Благодаря этому улавливание аммиака серной кислотой может быть осуществлено не только в барботажных сатураторах, но и в так называемых форсуночных, создающих значительно меньшее сопротивление прохождению газа.

Предварительно подогретый в решефере коксовый газ поступает на абсорбер 1, где орошается раствором вначале во входном газовом штуцере абсорбера, а затем в самом абсорбере через две расположенные на разной высоте системы орошения.



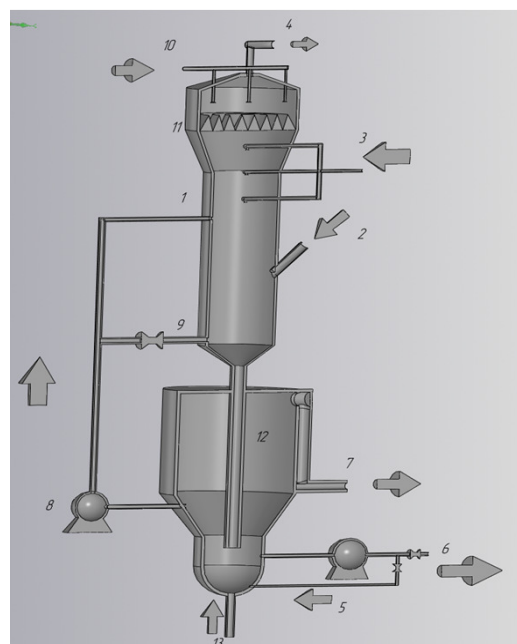
- 1 – абсорбер; 2 – кислотная ловушка; 3 – кристаллоприемник сепаратор;
4 – центрифуга; 5 – транспортер влажного сульфата; 6 – насос первой ступени орошения;
7 – солевой насос; 8 – циркуляционная кастрюля; 9 – промежуточный сборник раствора;
10 – насос второй и третьей ступени орошения

Рис. 3 – Схема получения сульфата аммония в форсуночном абсорбере

Первая ступень в середине абсорбера, вторая ступень орошения в месте выхода газа из абсорбера для создания турбулентного движения газа и увеличения площади контакта. Подача насыщенного раствора в зону реакции абсорбера осуществляется для укрупнения имеющихся в нем мелких кристаллов соли.

Это происходит в результате пересыщения раствора при образовании в зоне реакции новых молекул сульфата аммония, благодаря чему не только увеличивается их концентрация в растворе, но и размер.

На рис. 4 изображен форсуночный сатуратор Вильпутт.



- 1 – абсорбер; 2 – вход газа; 3 – маточный раствор;
4 – выход газа; 5 – насос для пульпы с кристаллами; 6 – на центрифугу; 7 – в сборник маточного раствора; 8 – циркуляционный насос; 9 – тангенциальный впрыск раствора; 10 – теплая вода; 11 – каплеулавитель маточного раствора;
12 – гидрозатвор; 13 – пар

Рис. 4 – 3D модель форсуночного сатуратора фирмы Вильпутт

Вход газа 2 (рис. 4) расположен под углом для обеспечения перемешивания потока газа. Он снабжен гидрозатвором 12, из которого часть раствора, содержащего мелкие кристаллы подается насосом 8 в абсорбер для пересыщения; другая часть раствора перетекает в сборник по перетoku 7. Из сборника разбавленный раствор подается в форсунки абсорбера 3. Из гидрозатвора снизу по линии 6 откачивается пульпа с кристаллами соли на центрифугу. Выход газа 4 расположен в верхней части сатуратора. Таким образом, для улавливания аммиака используют и насыщенный и ненасыщенный растворы. Подача насыщенного раствора в зону реакции абсорбера осуществляется для укрупнения имеющихся в нем мелких кристаллов соли [2].

При получении сульфата аммония по схеме Тоху Бусан (рис.5) с использованием подобного сатуратора, изображенной на рис. 4, на первый ярус форсунок, расположенных

сразу же на входе газа в абсорбер, раствор подается насосом из нижней части переливного сборника, а на второй ярус – из средней его части. В третий – самый верхний ярус, раствор подается из промежуточного сборника, в который поступает свежая кислота. Таким образом, в форсунки двух первых ярусов подается насыщенный раствор с кристаллами соли, причем наибольшее количество раствора и с более высоким содержанием крупных кристаллов подается на первый ярус орошения, т.е. в зону с максимальной концентрацией аммиака в газе.

На самое верхнее оросительное устройство подается подогретый ненасыщенный раствор.

При такой системе орошения, возникающая при поглощении аммиака, перенасыщенность раствора способствует росту уже имеющихся кристаллов в растворе, подаваемом в зону поглощения.

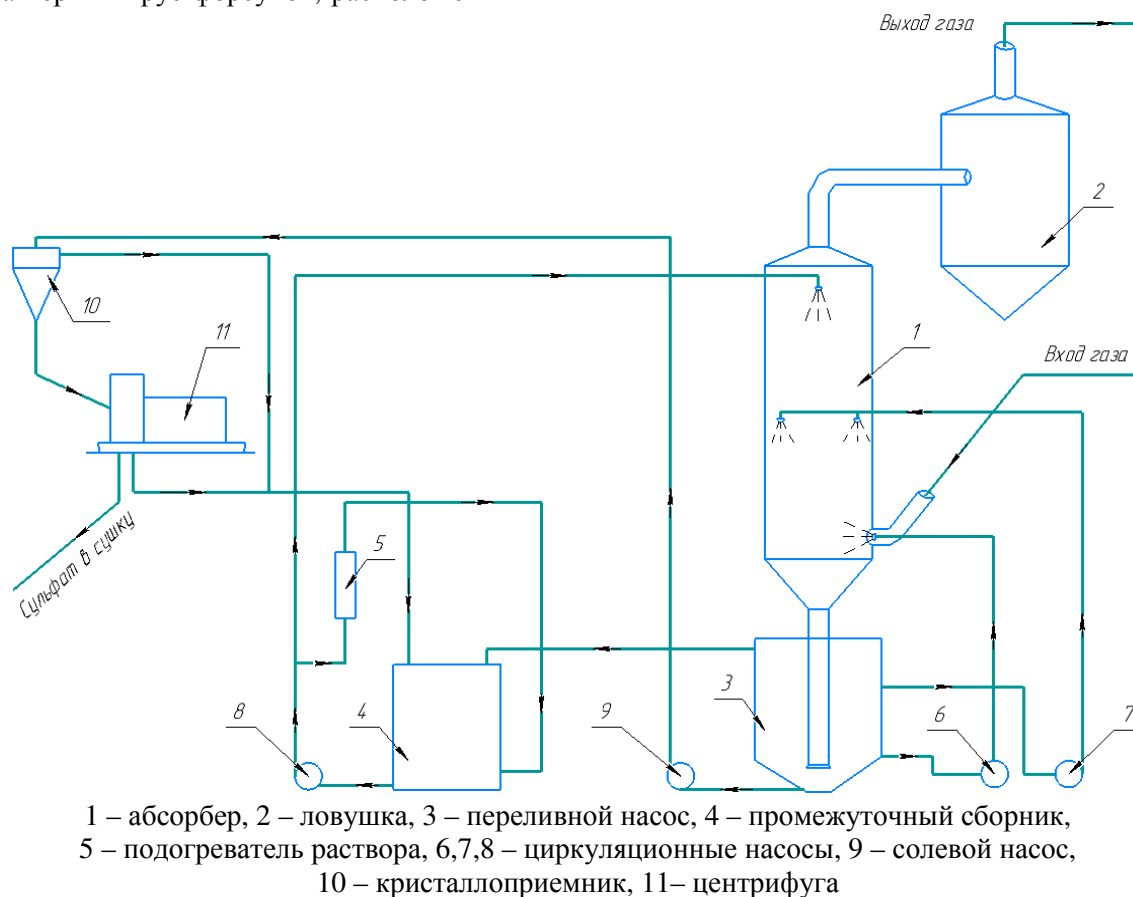


Рис. 5 – Технологическая схема получения сульфата аммония фирмы Тоху Буссан

По схеме Копперса, показанной на рис. 6, газ по газопроводу 1 поступает в камеру 2 и опускается вниз, затем проходит по

кольцевому пространству 3, где орошается циркулирующим маточным раствором с помощью форсунок 4.

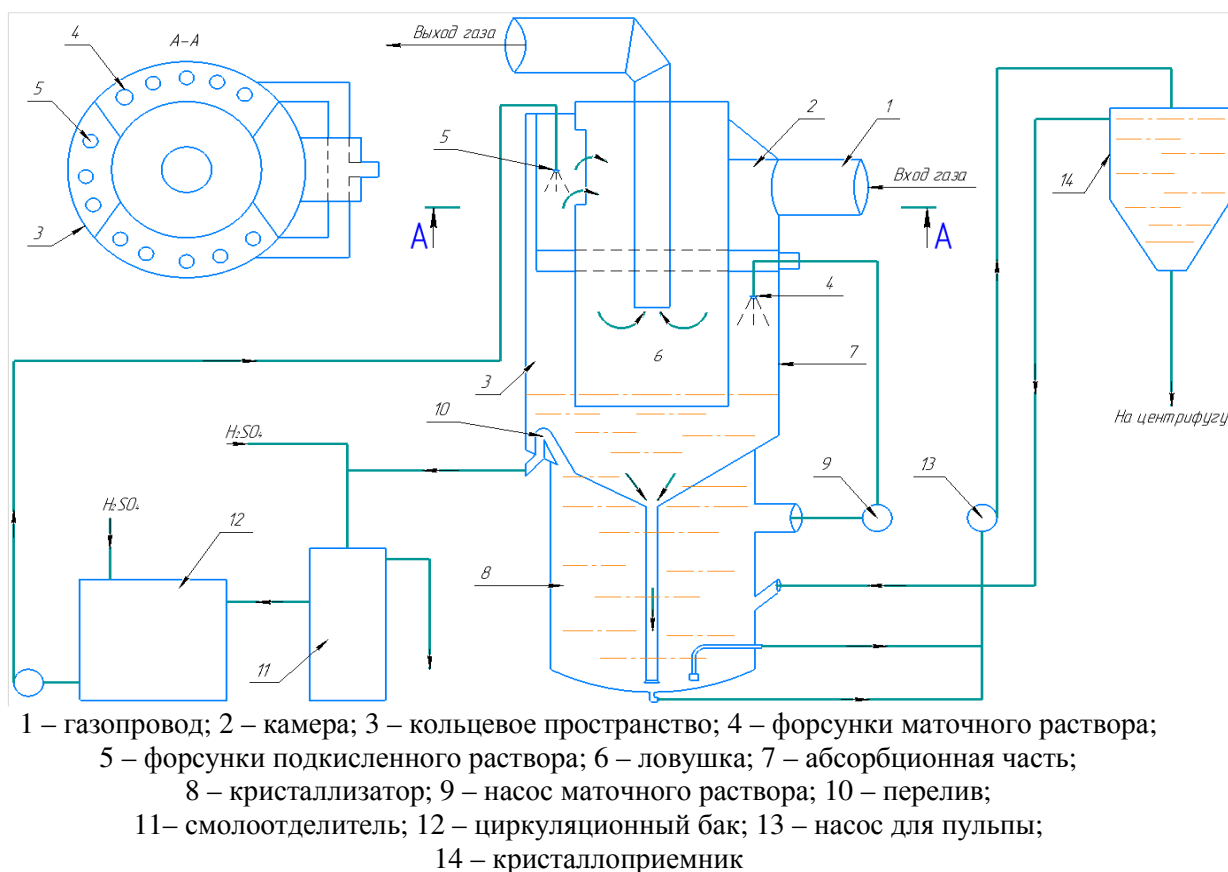


Рис. 6 – Схема установки с форсуночным абсорбером Копперса

Из кольцевого газопровода газ поступает в другую камеру и, поднимаясь вверх, орошается подкисленным маточным раствором с помощью форсунок 5.

Затем он проходит ловушку 6 для улавливания уносимых газом капель раствора. Маточный раствор из абсорбционной части 7 поступает вниз кристаллизатора 8, поднимается вверх и из средней части кристаллизатора насосом 9 вновь подается на орошение газа в форсунки 4. Часть раствора из кристаллизатора по переливу 10 поступает в смолоотделитель (кислая смолка) 11, где к раствору добавляется свежая кислота;

На рис. 7 представлена усовершенствованная схема Копперса, где газ поступает в камеру 1 и опускается вниз, проходит по кольцевому пространству между стенками сатуратора и кристаллизатора и попадает в ловушку 2. По пути он орошается в кольцевом пространстве 3 маточным раствором с помощью форсунок 4, а затем насыщенным раствором в камере 1, подаваемым насосом из сборника 5. Маточный раствор из ванны сатуратора 6 и вакуум-испарителя 7 насосом 8 подается в кристаллизатор 9, откуда часть его по трубе 10

идет в вакуум-испаритель 7, а другая часть по трубкам 11 поступает в кольцевую камеру и идет на орошение газа.

Благодаря ажитатору 12 в кристаллизаторе 9 обеспечивается восходящий поток раствора, что способствует росту и сепарации кристаллов. Удаление их из кристаллизатора осуществляется насосом 13, подающим раствор с кристаллами в кристаллоприемник 15.

Перелив из кристаллоприемника направлен в сборник 5, куда также поступает жидкость из ловушки, свежая кислота и раствор из переточной кастрюли 14. Переточная кастрюля служит для отделения кислой смолки.

Сложность всех конструкций сатураторов форсуночного типа обусловлена необходимостью сократить количество трубопроводов для пересыщенного маточного раствора и обеспечить изотермические условия для работы кристаллизатора для устранения местных переохлаждений у стенок, вызывающих образование новых центров кристаллизации и отложений соли.

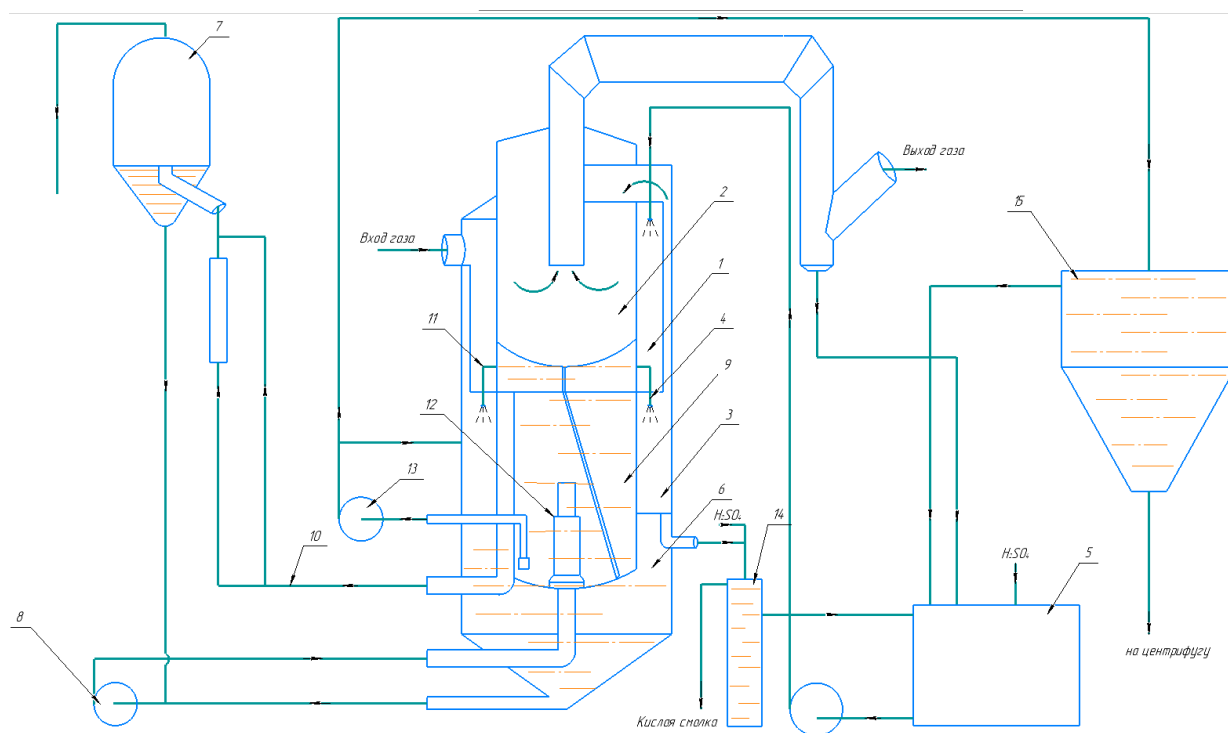


Рис. 7 – Усовершенствованная схема Копперса

Достоинством установок с форсуночными абсорберами по сравнению с сатураторами барботажного типа – меньшее сопротивление проходу газа при вполне удовлетворительной крупности кристаллов получаемой соли [3].

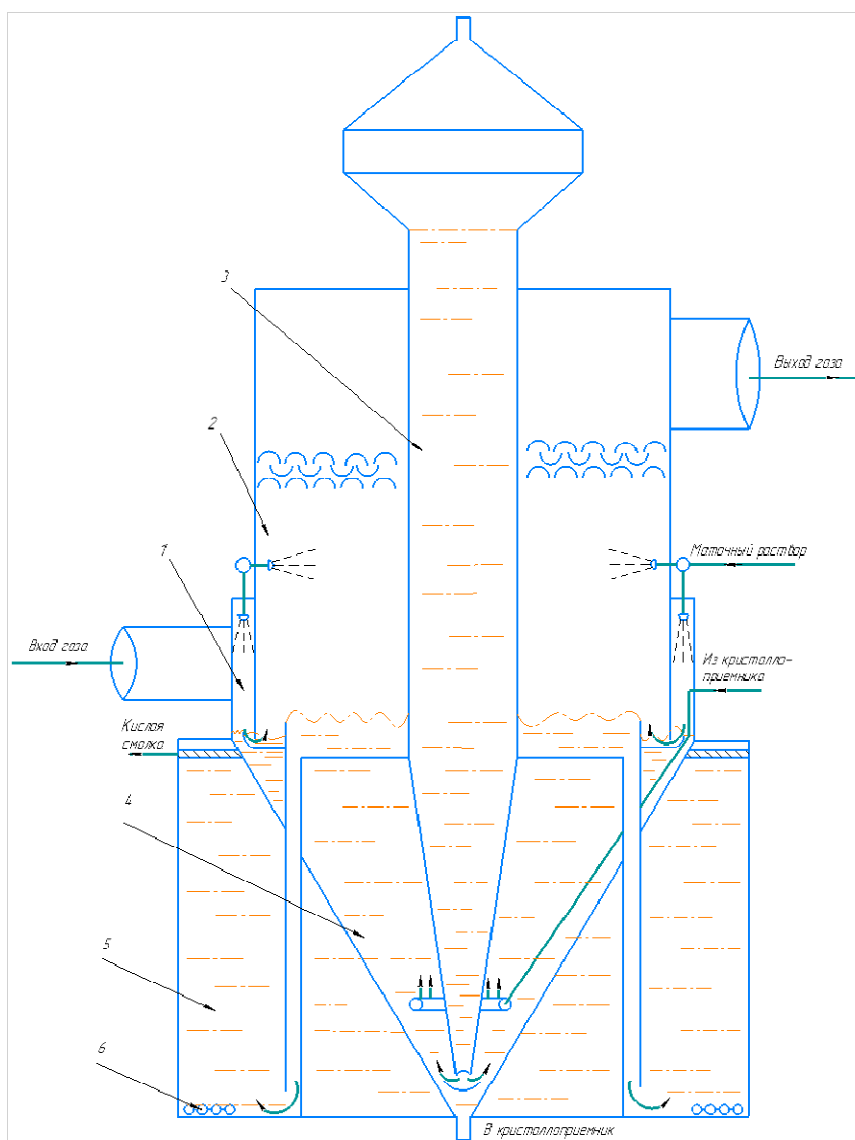
Но получить соль постоянного гранулометрического состава на этой установке затруднительно, так как для растворения появляющихся отложений соли приходится периодически промывать систему. Лучшие результаты по крупности и равномерности гранулометрического состава достигаются при промывке системы с периодичностью один раз в 10 дней.

Предлагаемая конструкция комбинированного сатуратора, изображенного на рис. 8, позволяет получать более равномерный гранулометрический состав при сохранении низкого сопротивления ходу газа. Газ поступает в кольцевую камеру 1, где орошается разбавленным маточным раствором. Затем он барботирует через небольшой слой маточного раствора (100 мм) и поступает во внутреннее кольцевое пространство 2, где орошается этим же раствором.

Благодаря барботажу газ равномерно распределяется по кольцевой камере, что улучшает условия орошения его в обоих кольцевых пространствах. В верхней части камеры 2 установлен жалюзийный каплеуловитель, что также создает более равномерный поток газа по сечению аппарата. Процесс кристаллизации происходит в вакуум-испарителе 3 и кристаллизационной части аппарата 4. Нижняя цилиндрическая часть вакуум-испарителя 3 находится внутри газового пространства, имеющего несколько более высокую температуру.

Поэтому процесс кристаллизации будет проходить в изотермических условиях. Кристаллизационная часть 4 находится внутри переточной кастрюли 5, раствор в которой имеет несколько более высокую температуру за счет нагрева его с помощью парового змеевика проложенного по днищу кастрюли.

В этом случае исключается возможность охлаждения раствора у стенок и отложения на них солей.



1 – кольцевая камера; 2 – внутреннее кольцевое пространство; 3 – вакуум испаритель; 4 – кристаллизатор; 5 – переточная кастрюля; 6 – змеевик

Рис. 8 – Комбинированный сатуратор

Как было указано ранее, на большинстве коксохимических предприятий очистка газа и получение сульфата аммония проводятся в барботажных сатураторах, но на основании анализа рассмотренных схем и конструкций абсорберов и сатураторов целесообразно использовать технологию улавливания аммиака с комбинированным сатуратором. Это обусловлено тем, что возможно в действующих на большинстве коксохимических производств схемах (рис. 1) заменить барботажный сатуратор (рис. 2) на комбинированный сатуратор (рис. 8) без существенных капитальных затрат на переоборудование.

Применение комбинированного сатуратора по сравнению с сатуратором барботажного типа позволит:

- уменьшить сопротивление движению газа с 600 до 125 мм. вод. ст., что окажет положительное влияние на работу газодувных машин машинного зала цеха улавливания;

- увеличить степень очистки коксового газа и выход сульфата аммония на 11%;

- увеличить крупность кристаллов сульфата аммония, что положительно влияет на качество готового продукта.

Литература

1. Евграшенко В.В., Норов А.М. Разработка систем абсорбции в производстве минеральных удобрений // Химическая промышленность сегодня, 2012. № 12. С. 45–47.

2. Волощук, Т. Г. Извлечение аммиака и пиридиновых оснований из коксового газа: Электронное издание. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2018.
3. Литвино А.П. Сравнительный анализ способов улавливания аммиака из коксового газа // Наука и молодежь: про-

блемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 19–21 мая 2020 года / Под общей редакцией М.В. Темлянцева. Том Выпуск 24. Часть I. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2020. С. 224–227.

Сведения об авторах

Кондратьев Леонид Георгиевич, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

УДК 364.2

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»

Миленина Е.А., Таракин Д.А.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье описан состав и свойства каменноугольной смолы, проблема выхода смолы высокой зольности, технологическое решение по снижению зольности.

Ключевые слова: каменноугольная смола, технологическая схема, зольность, химический реактор, лопастной смеситель.

Каменноугольная смола представляет собой сложную дисперсную систему с высокой степенью полидисперсности, где органическая масса состоит из сложных ароматических и алифатических соединений, а дисперсные фазы включают капли эмульгированной воды, растворы аммонийных солей, коллоидные твердые частицы угля, кокса и графита, а также высокомолекулярные полимерные фракции (α и α_1 фракции). Вода присутствует в смоле в виде механически захваченных включений, стабильных эмульсий и гидратированных комплексов, устойчивость которых обеспечивается адсорбцией мелкодисперсных частиц и полимерных молекул на границе раздела фаз, формируя азеотропные и коллоидные структуры.

Сырьем для производства каменноугольной смолы является коксовый газ, содержащий химические продукты коксования

В состав смолы входят: пек – некипящая фракция, нафталин и его гомологи, бен-

зольные углеводороды, антрацен, фенантрен, флуорен, пирен, фенолы, органические основания, бензпирены и др., Всего в состав смолы входит до 10000 соединений, из которых идентифицировано около 500

При проведении работы, были выявлены следующие факторы, которые в наибольшей степени оказывают негативное влияние на качество смолы в условиях АО «Уральская Сталь» это:

1) время отстоя смолы в механизированных осветлителях;

2) нарушение теплового режима в механизированных осветлителях;

3) высокое содержание фусов в смоле и смолистых веществ в надсмольной воде;

4) отсутствие дополнительных этапов разделения смолы от фусов;

Осветление надсмольной воды на механических отстойниках на АО «Уральская Сталь» происходит в механических отстойниках – механизированных осветлителях

Механизированный осветлитель (см. рис. 1) представляет собой двухсекционный металлический прямоугольный резервуар с наклонным днищем в передней его части. На дне секций установлены тихоходные скреб-

ковые транспортеры, приводимые в движение электродвигателем через редукторы и цепную передачу.

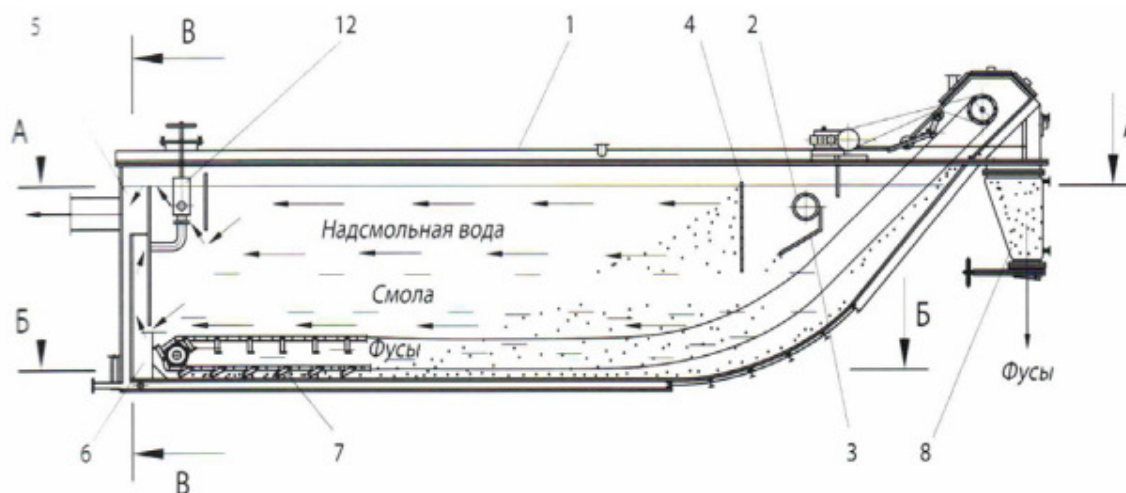


Рис. 1 – Механизированный осветлитель

Недостатками существующей технологической схемы являются заниженные показатели качества каменноугольной смолы, это связано с:

1) регулировка температуры в механизированных осветлителях осуществляется за счет режима работы газосборных машин, а не за счет обогрева днища паровыми змеевиками;

2) температура смолы и надсмольной воды в механизированных осветлителях ниже регламентированной;

3) фусы, образующиеся в результате коксования шихты с применением паровой инъекции во время пребывания в газосборнике и осветлителе заполняются водой и смолой, что приводит к эффекту плавающих

фусов, в результате чего усложнено их удаление;

4) фусы осаждаются на дно в хранилищах каменноугольной смолы и уменьшают их полезный объем, в зависимости от длительности эксплуатации хранилища;

5) Поток смолы не разделен, задвижки между технологическими потоками открыты, в результате этого наблюдается избыточное движение смолы на механизированные осветлители №1 и №2.

Для снижения зольности каменноугольной смолы предлагается использовать способ промывки смолы на смолоэкстракционной установке с применением 6-ти лопастного смесителя рис. 2.

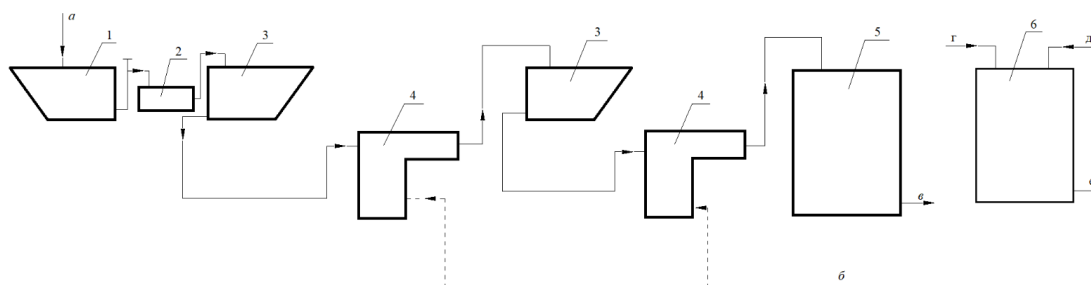


Рис. 2 - Промывка КУС на смолоэкстракционной установке

Смола из механизированного осветлителя надсмольной воды 1 поступает через промежуточный сборник 2 в механизированный осветлитель смолы 3, где при температуре 80 - 90°C дополнительно отстаивается

от воды и фусов. Затем она подается вместе с конденсатом газа первичных газовых холодильников (соотношение 1:1) в шестилопастный смеситель 4. Усредненная смесь подается в следующий механизированный отстой-

ник 3, где расслаивается при 85-95°C. Для лучшего выделения фусов в осветлителе 1 следует подавать в него всю смолу газовых холодильников (плотность которой обычно может составлять 1135-1145 кг/м³). Благодаря этому снижается общая плотность и вязкость смеси смол, что улучшает выделение из нее дисперсных частиц.

Двухступенчатая промывка смолы газовым конденсатом приводит к снижению ее зольности на 65-70%. Температура воды при этом составляет 80°C, смолы - 94-96°C. Трехступенчатая промывка смолы при повышенной температуре - 100-103°C позволила снизить содержание воды в смоле до ~2%

Для обеспечения лучшего смешивания соотношение объема смолы и конденсата газовых холодильников должно быть 1:1 – объём смеси составляет примерно 45 м³.

Для перемешивания такого объема смеси подходит химический реактор типа АПУ 1033-50.0.3-ТВ60.

Шестилопостной смеситель представляет собой химический реактор идеального смешения с полезной емкостью объемом 50м³ с открытой турбинной мешалкой с шестью изогнутыми вертикальными лопостями. Аппарат предназначен для проведения различных технологических процессов в жидких и однофазных средах. Внутренний диаметр устройства 3м. Число оборотов мешалки принимается за 30 оборотов в минуту. Динамическая вязкость каменноугольной смолы при 80 °С примерно равна 5 Н*с/м².

Для данного аппарата был подобран привод для перемешивающего устройства – это Червячный одноступенчатый мотор-редуктор серии 7МЧ-М 150 с подходящими характеристиками: мощность до 24,9 кВт,

диапазон передаточных чисел основной от 5 до 100, передаваемый момент – до 1680 Нм.

Для достижения нормативных значений по зольности в смоле, предлагается внедрить в технологическую схему шестилопастной смеситель, на котором будет проходить промывка смеси смолы и конденсата с холодильников. Двухэтапная промывка смолы газовым конденсатом приведёт к снижению ее зольности на 65-70%, а также приведет к увеличению выхода смолы с 2,6% до 3,5%.

Литература

1. Ковалев Е.Т. Улавливание и переработка химических продуктов коксования. - Харьков: Издательский Дом «ИНЖЭК», 2009 – 432 с.
2. Волощук Т.Г. Анализ влияния различных факторов на качество каменноугольной смолы // Наука и производство Урала, 2017. № 13. С. 9-12.
3. Гоголева Т.Я., Шустиков В.И. Химия и технология переработки каменноугольной смолы. – М.: Металлургия, 1992. – 256 с.
4. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник. - Санкт-Петербург: Машиностроение, 1963. – 470 с.
5. Неведров А.А., Папин А.В., Черкасова Т.Г. Исследование фракционного состава каменноугольной смолы и каменноугольных пеков // Уголь, 2023. № 1175. С. 90-93.
6. Чистяков А.Н. Химия и технология переработки каменноугольных смол. – Челябинск: Metallurgizdat, 1990. – 160 с.

Сведения об авторах

Миленина Елена Александровна, доцент кафедры математики и естествознания Новотроицкого филиала НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: e.milenina@uralsteel.com

Таракин Даниил Алексеевич, студент 4 курса Новотроицкого филиала НИТУ «МИСИС», 462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: n2102621@edu.misis.ru

УДК 66.546.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БЛОКА ОЧИСТКИ ГАЗОВ ОТ СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ УСТАНОВКИ ВИСБРЕКИНГА ПАО «ОРСКНЕФТЕОРГСИНТЕЗ»

Алексеев Д.И., Кувшинов В.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. Сера является самым распространенным гетероатомом, входящим в состав органических соединений нефти и нефтепродуктов. Технология переработки нефти подразумевает ее обессеривание, так как наличие сернистых соединений негативно сказывается на эксплуатационных свойствах товарных нефтепродуктов, а в процессе переработки – вызывает коррозионные повреждения оборудования. Кроме того, при сгорании серосодержащих соединений образуется сернистый ангидрид, загрязняющий атмосферный воздух. На установке висбрекинга ПАО «Орскнефтеоргсинтез» реализуется очистка получаемых углеводородных газов от сернистых компонентов при помощи растворов аминов. Целью данной работы было повышение эффективности блока аминовой очистки углеводородных газов от сернистых соединений.

Ключевые слова: установка висбрекинга, углеводородный газ, аминовая очистка, кислые компоненты, моноэтаноламин, метилдиэтаноламин, абсорбция.

Публичное акционерное общество «Орскнефтеоргсинтез» (ПАО «Орскнефтеоргсинтез») – действующий нефтеперерабатывающий завод, производящий автомобильные бензины, дизельные топлива, топочные мазуты, углеводородные газы. Часть углеводородных газов направляется во внутризаводскую сеть для внутреннего потребления в качестве топлива для промышленных печей. Продукция ПАО «Орскнефтеоргсинтез» является неотъемлемой частью снабжения Оренбургской области моторным топливом и бытовыми сжиженными газами.

ПАО «Орскнефтеоргсинтез» постоянно совершенствует используемые технологии и увеличивает глубину переработки нефти. В связи с этим, в ноябре 2015 года была сдана в эксплуатацию установка висбрекинга – особая разновидность термического крекинга. Висбрекинг представляет собой термодеструктивный процесс превращения тяжелого нефтяного сырья в жидкие, газообразные и твердые продукты, проводимый при температурах 450-480°C с целевым назначением снижения вязкости котельного топлива. Сырьем установки являются гудроны, поступающие с установок первичной перегонки нефти ЭЛОУ-АВТ и ЭЛОУ-АВТ-3.

Целевым продуктом установки висбрекинга является топочный мазут марки М-100, побочными продуктами – прямогонный вакуумный газойль, бензин висбрекинга, углеводородный газ [1].

В виду специфики процессов переработки нефти, большая часть сернистых соединений концентрируется в тяжелых нефтяных фракциях. Поэтому все процессы переработки, в особенности глубокие термические процессы, направлены на удаление серосодержащих компонентов из товарной продукции.

Газы висбрекинга содержат в своем составе в 2-5 раз больше сернистых соединений, чем в исходном сырье. Так как данные газы используются в качестве топлива в заводской сети, их необходимо очищать от серосодержащих соединений. Для этой цели установки висбрекинга оборудуются блоками очистки углеводородных газов от сернистых соединений.

Технологических процессов обессеривания углеводородных газов достаточно много, но наиболее распространенным процессом является абсорбция сернистых соединений.

Абсорбция представляет собой процесс поглощения газов жидкостью. Применительно к процессу висбрекинга используется аминовая очистка углеводородных газов, то есть сорбентом, жидкостью, которая поглощает нежелательные компоненты, являются водные растворы аминов – органических производных алканов, в которых один или несколько углеводородных радикалов соединены с одной аминогруппой.

Алколамины – это бесцветные, вязкие, гигроскопичные жидкости, смешивающиеся с водой и низкомолекулярными спиртами во всех соотношениях наибольшее практическое применение получили моно- и диэтанолмин. Использование ДЭА особенно целесообразно в тех случаях, когда в исходном газе наряду с H_2S и CO_2 содержатся COS и CS_2 , которые вступают в необратимую реакцию с МЭА, вызывая его значительные потери. Для селективного извлечения H_2S в присутствии

CO_2 используют третичный амин – метилдиэтанолмин. Наличие гидроксогруппы ($-OH$) придает алколаминам способность растворяться в воде, а аминогруппы ($-N<$) – щелочность, необходимую для взаимодействия с H_2S и CO_2 . Алколамины, будучи щелочами, легко вступают в реакцию с H_2S и CO_2 , образуя водорастворимые соли [2].

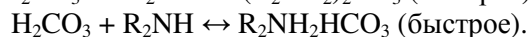
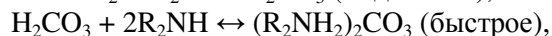
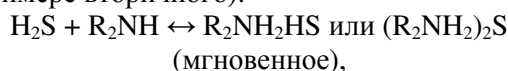
Характеристика и свойства этаноламинов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Характеристика и свойства этаноламинов

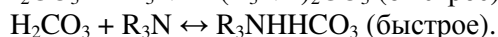
Соединение	Формула	Молекулярная масса, г/моль	Плотность, г/см ³	t _{кип} , °C	t _{зам.} , °C	Давление насыщенных паров, Па	Вязкость, сантистокс. сСт
Моноэтанолмин (МЭА)	$HO-CH_2-CH_2-NH_2$	61,1	1,018	170	10,5	48	24,1
Диэтанолмин (ДЭА)	$HO-CH_2-CH_2-NH-CH_2-CH_2-OH$	105,1	1,092	269	28,0	1,3	380,2
Триэтанолмин (ТЭА)	$HO-CH_2-CH_2-N(CH_2-CH_2-OH)_2$	149,2	1,126	360	21,0	<1,3	1013,4
Дигликольамин (ДГА)	$H_2N-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-OH$	105,1	1,055	221	-9,5	1,3	26,1
Диизопропанолмин (ДИПА)	$H_3C-CH(OH)-CH_2-NH-CH_2-CH(OH)-CH_3$	133,2	0,998	249	-5,0	2,7	10,6
Метилдиэтанолмин (МДЭА)	$HO-CH_2-CH_2-N(CH_3)-CH_2-CH_2-OH$	119,2	1,030	247	-21	<1,3	101,3

Амины разделяют на первичные, вторичные и третичные по количеству углеводородных радикалов, замещающих атомы водорода в молекуле аммиака.

Основные реакции с H_2S и CO_2 первичных и вторичных алколаминов (на примере вторичного):



Третичный алколамин:



Из приведенных уравнений видно, что все алколамины реагируют с H_2S мгновенно с образованием сульфидов и гидросульфидов амина.

Первичные и вторичные амины быстро реагируют с углекислым газом с образованием карбаматов и карбонатов. Третичный амин не реагирует с углекислым газом напрямую, а реагирует с образовавшейся в растворе угольной кислотой с получением карбонатов и дикарбонатов, что увеличивает селективность третичных аминов по отношению к сероводороду в присутствии углекислого газа [3].

Все образованные соли водорастворимы и остаются в растворе амина. Реакции взаимодействия кислых компонентов с растворами аминов имеет обратимый характер, что позволяет проводить регенерацию амина и выделять поглощенные кислые компоненты.

Предлагаемым техническим решением является замена используемого на установке раствора моноэтанолмина (МЭА) на раствор метилдиэтанолмина (МДЭА). Данные представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Предполагаемый результат замены амина

Наименование показателя	МЭА	МДЭА
Степень очистки газа, %	98,0	99,0
Остаточное содержание сероводорода в очищенном газе, ppm	от 5 до 30	от 3 до 5
Содержание сульфидов в регенерированном растворе амина, г/л	от 2,0 до 4,0	от 0,8 до 2,0
Расход регенерированного раствора амина, м ³ /ч	7,0	3,4
Диаметр абсорбера, м	0,8	0,8
Высота абсорбера, м	18,0	16,3
Стоимость*, руб./т	150 000	400 000
Срок окупаемости при замене амина, лет	-	2,3

Обосновано это следующим:

- раствор МДЭА имеет меньшую коррозионную активность, что позволяет использовать более концентрированные растворы и снизить циркуляционный расход рабочего раствора амина;

- теплота десорбции раствора МДЭА ниже, чем у МЭА, что позволит снизить энергетические затраты на регенерацию насыщенного раствора амина;

- раствор МДЭА обеспечивает селективную очистку от сероводорода в присутствии углекислого газа и обеспечивает остаточное содержание сероводорода в очищенном газе не более 5 ppm.

Из недостатков раствора МДЭА следует отметить его высокую стоимость и слабую устойчивость к действиям окислителей.

При замене раствора МЭА на раствор МДЭА в процессе абсорбции степень очистки углеводородного газа возрастает, остаточное содержание серо-водорода в очищенном газе снижается до 5 ppm.

Также улучшаются показатели процесса десорбции – содержание сульфидов в регенерированном растворе амина снизилось до 2,0 г/л. За счет увеличения концентрации амина в растворе почти в 2 раза снижается расход циркулирующего

раствора амина с сохранением качества очистки. Замена существующего абсорбера не требуется, так как полученные в результате проверочного расчета значения близки к фактическим размерам.

Несмотря на высокую стоимость МДЭА, его применение позволит снизить энергетические затраты на регенерацию насыщенного раствора амина.

Литература

1. Белослудцева Л.А., Белослудцев Д.А. Приоритетные направления развития ПАО «Орскнефтеоргсинтез» // Экологическая ответственность нефтегазовых предприятий: Материалы конференции. – Оренбург: ООО "Амирит", 2017. С. 42-45.
2. Ганижева Л.Л., Пономаренко Д.Б. Экспресс-метод подбора селективного абсорбента для процессов сероочистки // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник), 2013. № 3. С. 11-16.
3. Зайнуллов Ф.Р. Алканол-этилендиаминовые абсорбенты для очистки и осушки углеводородных газов: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Казань, 2011. – 18 с.

Сведения об авторах

Алексеев Данил Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: alekseev41047@mail.ru.

Кувишинов Виталий Владимирович, студент, кафедра математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

УДК 004.42

BACK-END РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СОТРУДНИКОВ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»^{*}

Плещёва К.И.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье рассматривается процесс разработки back-end части веб-приложения для автоматизации регистрации сотрудников АО «Уральская Сталь» на курсы переподготовки. Основное внимание уделено выбору технологий, проектированию архитектуры, реализации логики с использованием Firebase Firestore, а также анализу диаграмм, отражающих этапы разработки. Приведены результаты внедрения системы и её преимущества для образовательных процессов предприятия.

Ключевые слова: back-end, Firebase Firestore, диаграмма Ганта, eRPC, VAD, автоматизация образования.

В современных условиях цифровизации бизнес-процессов особую актуальность приобретают системы управления обучением сотрудников, обеспечивающие не только удобный доступ к образовательным ресурсам, но и безопасное хранение персональных данных. Особенно это важно для крупных предприятий, где количество пользователей может исчисляться тысячами, а требования к отказоустойчивости и защите информации крайне высоки. Традиционные локальные решения часто не справляются с такими задачами из-за ограниченной масштабируемости и высоких затрат на обслуживание серверной инфраструктуры.

Анализ существующих решений показал, что облачные платформы, такие как Firebase, предлагают оптимальный баланс между производительностью, безопасностью и простотой интеграции. В частности, компонент Firestore обеспечивает автоматическую адаптацию к нагрузкам, что критично для систем с большим числом одновременных подключений. Кроме того, встроенные механизмы синхронизации данных в реальном времени и гибкая система правил доступа (Firestore Rules) позволяют минимизировать риски утечки конфиденциальной информации без

необходимости развёртывания дополнительных серверных модулей.

Для реализации back-end части приложения была разработана структура базы данных, включающая две основные коллекции: employees (ФИО, email, пароль, курс, статус заявки) и courses (название, описание). После настройки правил доступа в консоли Firebase и инициализации соединения через конфигурационный объект была реализована логика регистрации пользователей с проверкой уникальности email и автоматическим созданием документов в коллекции employees (см. рис. 1). Аутентификация осуществляется через Firebase Authentication, что гарантирует безопасный вход в личный кабинет. Данные о курсах загружаются из коллекции courses и динамически отображаются в интерфейсе.

```
const docRef = await addDoc(collection(db, "employees"), {
  firstName,
  lastName,
  middleName,
  email,
  password,
  courseId: course.id,
  courseName: course.name,
  statusCourse: "На рассмотрении"
});
console.log("Документ успешно записан ID: ", docRef.id);
setSuccessMessage("Вашу заявку успешно отправили!");
```

Рис. 1 – Запись данных регистрации в БД

^{*} работа выполнена под руководством Абдулвелеевой Раузы Рашитовны, канд. пед. наук, доцент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

Для эффективного управления проектом использовались инструменты визуализации. Диаграмма Ганта (см. рис. 2) отражает этапы разработки с 10 февраля по 3 июня 2025 года, включая исследование (7 дней), проектирование (10 дней), разработку (21 день) и тестирование (29 дней). Последовательность этапов подчёркивает важность завершения проектирования перед началом

программирования. Дополнительно еЕРС-диаграмма детализировала процессы: от создания БД до передачи данных в личный кабинет, выделяя роли участников (например, back-end разработчика). Для оптимизации ресурсов применялась VAD-диаграмма (см. рис. 3), которая разделила операции на ключевые (создание БД) и вспомогательные (установка библиотек).

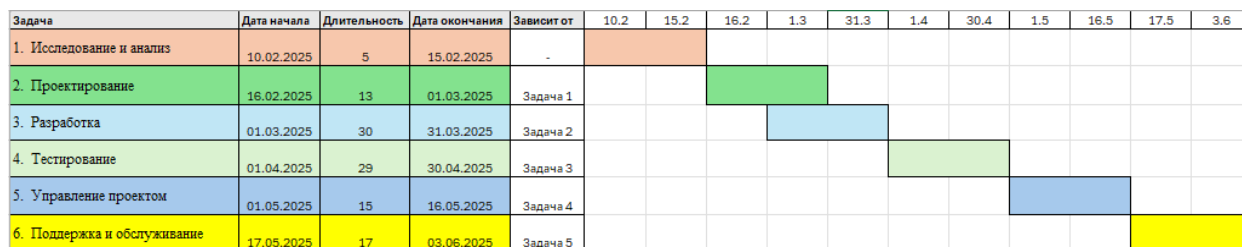


Рис. 2 – Диаграмма Ганта

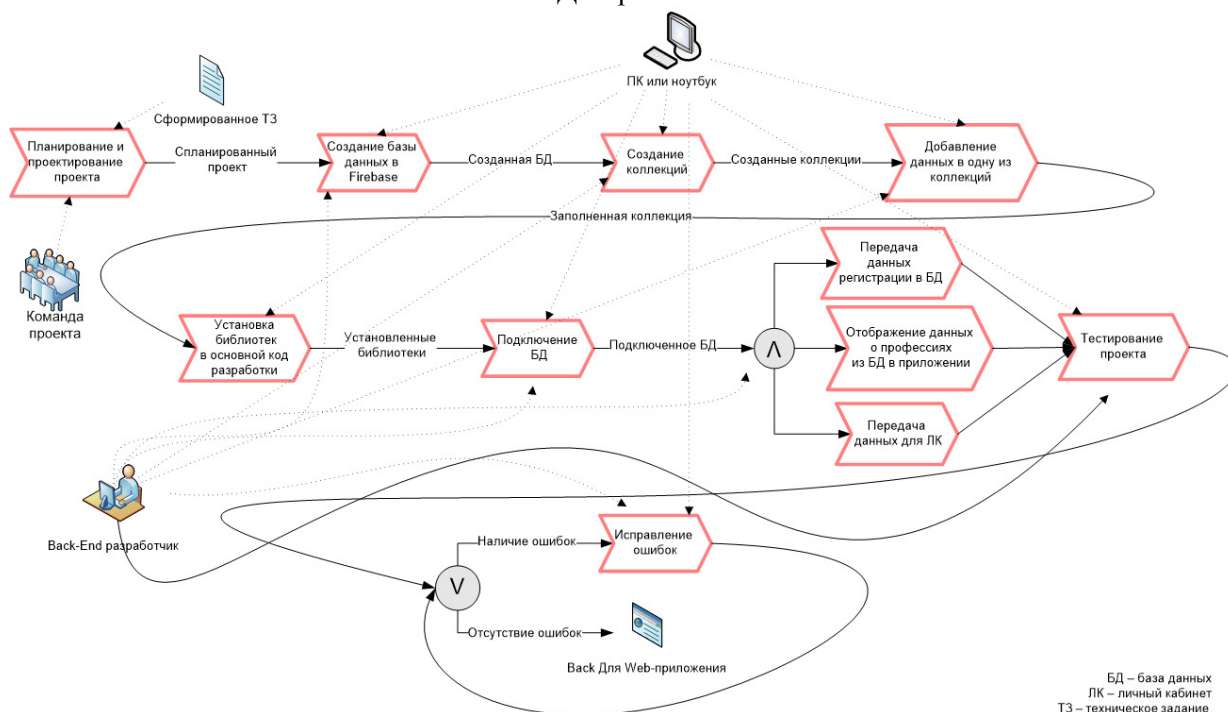


Рис. 3 – VAD-диаграмма

Таким образом, использование Firebase Firestore позволило создать масштабируемую и безопасную систему управления обучением с минимальными затратами на инфраструктуру. Внедрение диаграмм помогло строго контролировать сроки и ресурсы, а модульная архитектура обеспечила гибкость для дальнейшего расширения функционала. Результаты тестирования подтвердили стабильность работы при высокой нагрузке, что делает решение применимым для предприятий любого масштаба.

Литература

1. Андреев А.В. Разработка веб-приложений с использованием React. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 320 с.
2. Зубков С.В. NoSQL: принципы и практика. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 288 с.
3. Орлов С.А. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. – М.: Юрайт, 2020. – 420 с.
4. Петров В.Н. Информационные системы и технологии в управлении. – М.: КноРус, 2022. – 368 с.

Сведения об авторах

Плещёва Ксения Игоревна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: kkkssun@yandex.ru

УДК 004.514

СОЗДАНИЕ АДАПТИВНОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ FRONT-END-РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УЧЁТА И УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММОЙ СОТРУДНИКОВ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»*

Винаева Д.Е.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В работе представлена front-end часть разработанного веб-приложения для автоматизации управления образовательными программами переподготовки сотрудников АО «Уральская сталь». Приложение включает главную страницу, формы регистрации и авторизации пользователей, личный кабинет и адаптивный интерфейс. Приложение разработано с использованием технологий Vite, React и Figma.

Ключевые слова: front-end-разработка, React, Vite, адаптивный дизайн, управление обучением.

В современных условиях промышленные предприятия сталкиваются с необходимостью постоянного обучения персонала, чтобы соответствовать динамичным требованиям рынка и технологий. Разработанное веб-приложение предназначено для автоматизации управления образовательными программами переподготовки сотрудников АО «Уральская сталь». Оно предоставляет пользователям удобный интерфейс для регистрации на курсы, отслеживания статуса заявок и получения актуальной информации в режиме реального времени. Приложение включает следующие ключевые страницы: главная страница – содержит информацию о предприятии, доступных программах переподготовки и контактные данные, страница профессии – предоставляет детальное описание выбранной специальности и возможность регистрации на курс, форма регистрации – позволяет пользователям ввести персональные данные для записи на курс, страница авторизации – обеспечивает вход в систему для зарегистрированных пользователей, личный кабинет – отображает информацию о текущих заявках и истории обучения.

В рамках создания веб-приложения была создана диаграмма ЕРС для моделирования процесса разработки front-end части веб-приложения для переподготовки

сотрудников. На диаграмме отражены ключевые этапы разработки, начиная с инициации проекта и заканчивая его завершением [1].

ЕРС диаграмма представлена на рисунке 1.

Преимущества использования ЕРС-диаграммы в курсовой работе:

1. ЕРС-диаграмма обеспечивает наглядность представления всех этапов разработки, визуализируя последовательность действий и взаимосвязи между ними, что значительно упрощает восприятие и анализ сложного процесса для всех участников проекта.
2. Структурированность процесса разработки достигается за счет четкого выделения ключевых этапов на ЕРС-диаграмме, которая демонстрирует логическую последовательность операций и их взаимное влияние, помогая команде сохранять общее видение проекта.
3. Выявление узких мест становится более эффективным благодаря ЕРС-диаграмме, так как она наглядно отображает все точки процесса, где могут возникать задержки или проблемы, позволяя заранее предусмотреть решения для потенциальных сложностей.

* работа выполнена под руководством Абдулвелеевой Раузы Рашитовны, канд. пед. наук, доцент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

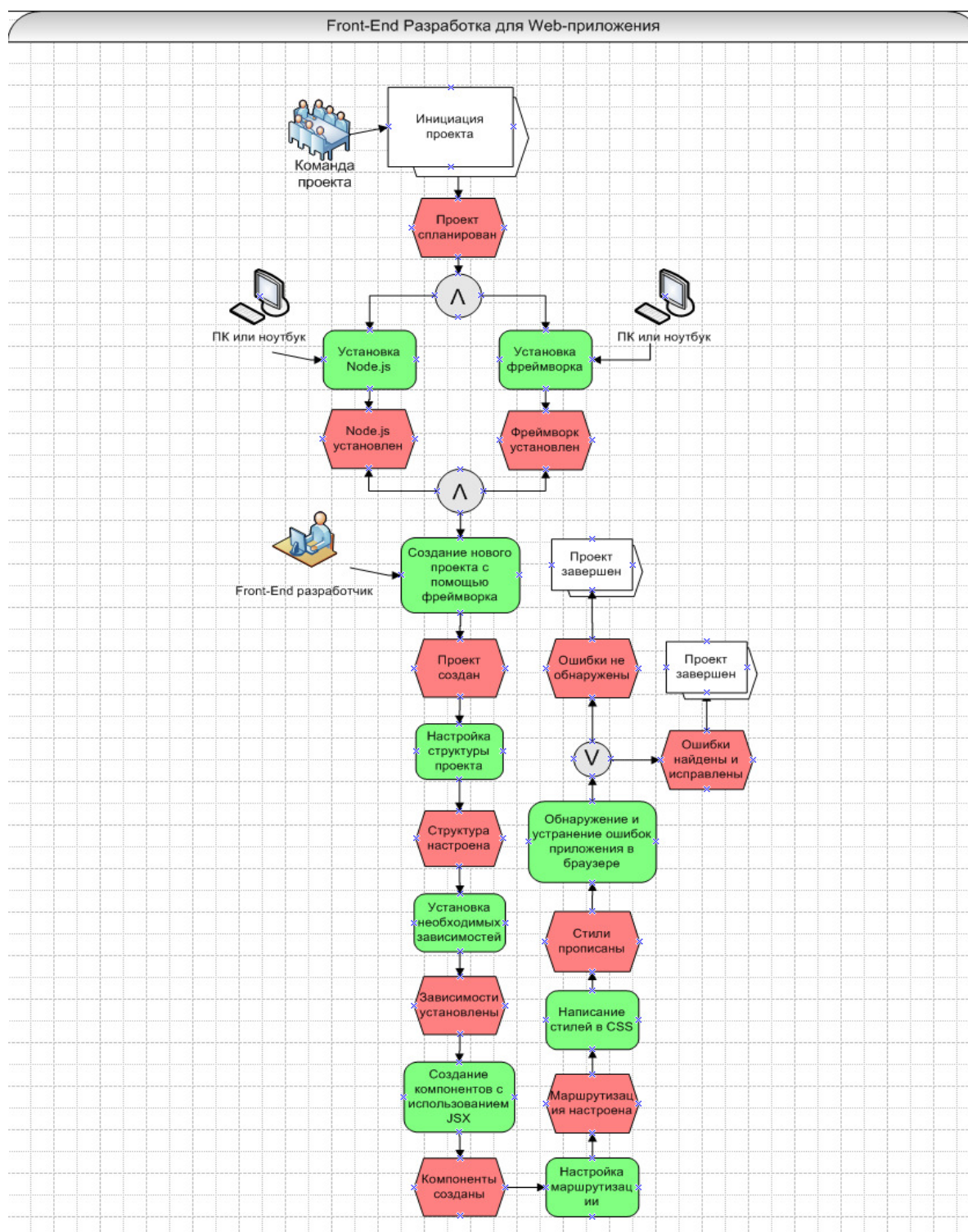


Рис. 1 – Диаграмма EPC

Документирование процесса разработки с помощью EPC-диаграммы создает ценную базу знаний, которая полезна как для текущих участников проекта, так и для новых разработчиков или заинтересованных сторон, обеспечивая преемственность и прозрачность работы.

Диаграмма VAD (Value-added Chain Diagram) – это инструмент для визуализации цепочки создания ценности в бизнес-процессах. Она используется для анализа и

оптимизации процессов, чтобы выделить ключевые этапы, которые добавляют ценность продукту или услуге [1].

Основная цель VAD-диаграммы – показать, как ресурсы и действия преобразуются в конечный продукт, который удовлетворяет потребности клиента.

Основные элементы VAD-диаграммы:

1. Действия (Activities) – ключевые этапы процесса, которые добавляют ценность.

2. Ресурсы (Resources) – входные данные, материалы или информация, необходимые для выполнения действий.
3. Результаты (Outputs) – конечные продукты или услуги, которые создаются в процессе.
4. Потoki (Flows) – стрелки, которые показывают последовательность

действий и передачу ресурсов между этапами.

VAD-диаграмма помогает выделить этапы, которые действительно добавляют ценность, и устранить те, которые не влияют на конечный результат. Это делает её полезным инструментом для оптимизации процессов и повышения эффективности. Диаграмма VAD представлена на рисунке 2.

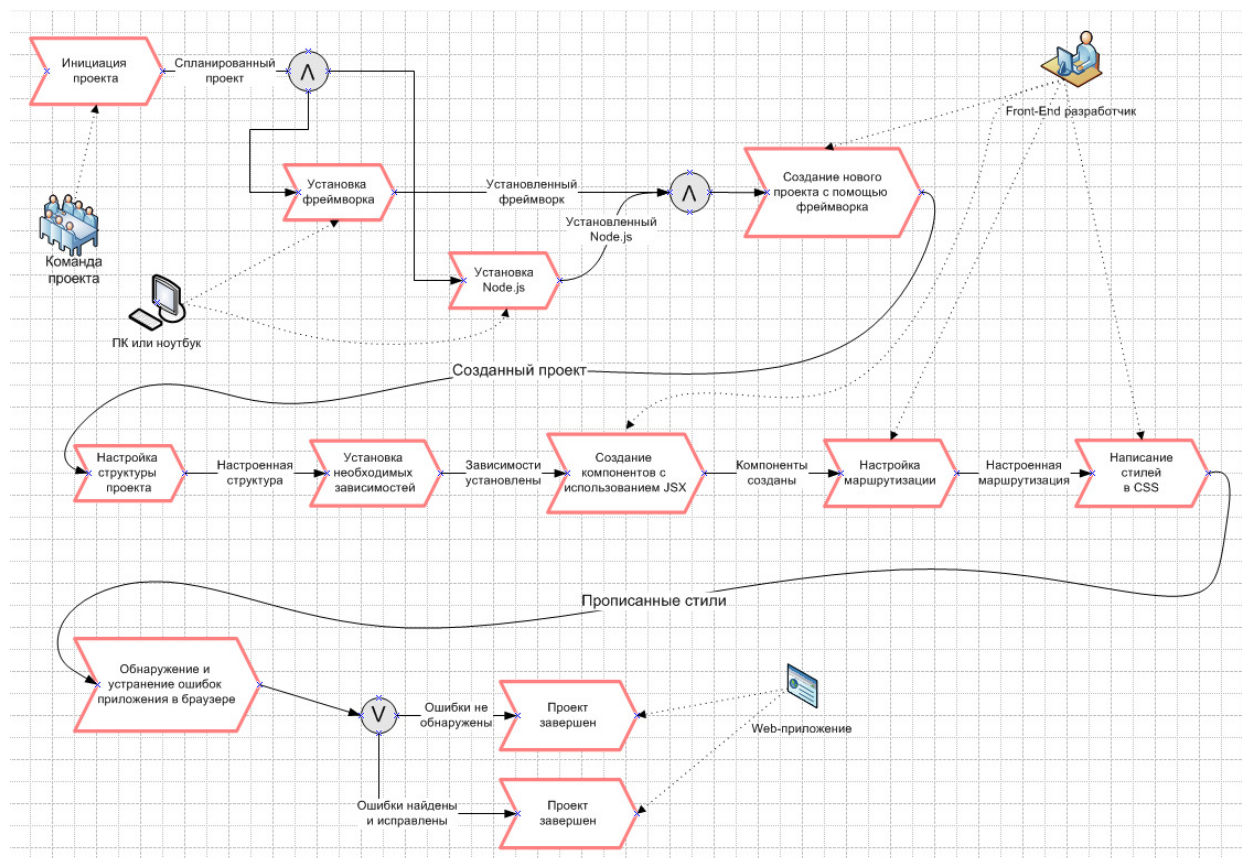


Рис. 2 – Диаграмма VAD: Разработка front-end для web-приложения

Диаграмма VAD (Value Added Diagram) отражает процесс создания front-end части для Web-приложения, показывая, как на каждом этапе добавляется ценность. Всё начинается с инициации проекта, где выбирается команда, оборудование и технологии. Затем устанавливаются необходимые инструменты, включая Node.js и фреймворк, после чего создаётся новый проект.

Далее проект получает структуру: организуются файлы, настраиваются зависимости и создаются компоненты с использованием JSX. После этого настраивается маршрутизация, позволяющая пользователям перемещаться по приложению, и добавляются стили в CSS для оформления интерфейса.

Завершающий этап – тестирование в браузере. Если ошибки обнаружены, они исправляются, после чего проводится повторная проверка. В итоге, при успешном завер-

шении всех этапов, получается готовое Web-приложение, прошедшее разработку, настройку и тестирование. Таким образом, каждый шаг процесса вносит вклад в итоговое качество продукта.

Front-end часть приложения реализована с использованием технологий Vite и React, что обеспечило высокую производительность и удобство взаимодействия. [2] В качестве языка разработки использовался JSX [3-4]. Это расширение синтаксиса JavaScript, которое позволяет писать html-подобный код непосредственно в JavaScript. Структура проекта организована по модульному принципу с чётким разделением компонентов.

Процесс разработки приложения включал следующие этапы: проектирование интерфейса – создание макетов в Figma с учетом требований к адаптивности и пользова-

тельскому опыту, разработка компонентов – реализация функционала на React с использованием JSX для описания структуры интерфейса, настройка маршрутизации – использование React Router для обеспечения плавной навигации между страницами, реализация адаптивности – применение медиазапросов и Flexbox для корректного отображения на различных устройствах, 0-тестирование – проверка функциональности, кросс-браузерной совместимости и адаптивности.

Ключевой особенностью разработки стал адаптивный интерфейс, который позволяет приложению корректно отображаться на устройствах с разными размерами экранов [5]. Адаптивность реализована с использованием медиазапросов (media queries) в CSS. Медиазапросы позволяют применять стили в зависимости от характеристик устройства, таких как ширина экрана, ориентация и разрешение. Ниже приведено подробное описание реализации адаптивного интерфейса в проекте.

Основные принципы адаптивного дизайна.

Адаптивный дизайн реализован через медиазапросы, которые динамически подстраивают стили интерфейса под различные устройства. Например, при ширине экрана менее 768 пикселей автоматически оптимизируется размер шрифтов, корректируются отступы и перестраивается сетка расположения элементов – это гарантирует удобство использования как на смартфонах, так и на планшетах.

Медиа-запросы в CSS – это механизм, который позволяет применить разные стили в зависимости от ширины экрана, типа устройства или других характеристик. Например, можно изменить расположение элементов, размер шрифтов и другие визуальные параметры в зависимости от размера окна браузера [6].

Для нашего приложения используется несколько медиа-запросов для оптимизации отображения на различных устройствах. Например, элементы, которые на десктопе располагаются горизонтально, могут переходить в вертикальное расположение на мобильных устройствах для лучшего восприятия.

Бургер-меню появляется на экранах с шириной менее 1199px, заменяя обычное меню. Это позволяет экономить место на маленьких экранах. Пример использования сти-

лей для появления burger-меню представлен на рис. 3.

На рис. 3 представлена логика адаптивного поведения навигационного меню: при ширине экрана 1199 пикселей и менее стандартное горизонтальное меню скрывается (свойство display: none), а вместо него активируется компактная кнопка бургер-меню (display: block). Такое решение позволяет эффективно использовать ограниченное пространство на мобильных устройствах и планшетах, обеспечивая при этом полноценный доступ ко всем разделам сайта через выпадающее меню. Переключение между состояниями меню происходит автоматически благодаря медиазапросам, что гарантирует корректное отображение интерфейса на любых устройствах.

```
@media (max-width: 1199px) {
  .burger_btn {
    display: block;
    width: 50px;
    position: absolute;
    right: 0;
    background: none;
    border: none;
    font-size: 36px;
    color: black;
    cursor: pointer;
  }

  .burger_btn:before {
    font-family: 'Material Symbols Outlined';
    content: 'menu'; /* Имя иконки */
  }
}
```

Рис. 3 – Адаптивность бургер-меню

Для создания гибкой и адаптивной верстки активно используется CSS-модуль Flexbox. Этот инструмент позволяет легко управлять расположением элементов на экране, изменяя их ориентацию и размеры в зависимости от доступного пространства. Пример использования Flexbox представлен на рис. 4.

На рис. 4 показано адаптивное поведение галереи: при ширине экрана менее 765px происходит комплексная перестройка интерфейса. Элементы автоматически перестраиваются в вертикальную колонку (flex-direction: column) с одновременным уменьшением размеров шрифтов, сохраняя читаемость контента. Эти изменения, реализованные через медиазапросы, мгновенно применяются при достижении порогового значения, обеспечивая удобный просмотр на любых устройствах.

```
@media (max-width: 765px) {
  .galleries {
    flex-direction: column;
    margin-bottom: 90px;
  }

  .gallery-item-title {
    font-size: 25px;
    margin-bottom: 10px;
  }

  .gallery-item-text {
    font-size: 20px;
  }

  .gallery {
    width: 100%;
  }

  .gallery-item-orange {
    padding: 50px;
  }
}
```

Рис. 4 – использование Flexbox

В результате проведенной работы было разработана front-end часть веб-приложение, включающая главную страницу с информацией о курсах и предприятии, формы регистрации и авторизации, а также личный кабинет для отслеживания статуса заявок. Особое внимание уделено адаптивности интерфейса, который корректно отображается на различных устройствах. Проект реализован с использованием современных технологий, та-

ких как Vite и React, что обеспечило высокую производительность и безопасность.

Проведенное адаптивное тестирование подтвердило стабильную работу приложения во всех популярных браузерах и на разных устройствах. Разработанное решение эффективно решает задачи учёта и управления образовательными программами, а его модульная архитектура позволяет легко расширять функционал в будущем.

Литература

1. Aris: теория и практика бизнес- моделирования: учеб. пособие / Т.Б. Новикова, О.Б. Назарова, В.Е. Петеляк. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 289 с.
2. Кируссамы С. React в действии. – Москва: ДМК Пресс, 2022. – 384 с.
3. Белов С.И. JavaScript: полное руководство для разработчиков. – Санкт- Петербург: Питер, 2020. – 480 с.
4. Флэнаган Д. JavaScript. Подробное руководство. – Санкт-Петербург: Питер, 2023. – 1080 с.
5. Маркотт И. Адаптивный веб-дизайн. – Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 256 с.
6. Макфарланд Д. Новая большая книга CSS. – Москва: Эксмо, 2021. – 720 с.

Сведения об авторах

Винаева Дарья Евгеньевна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: dashavinaeva98gmail.com@mail.ru

ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА*

Меликова Ш. Р. К.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье подчеркивается актуальность искусственного интеллекта в современном мире, рассматривается сущность понятия «этика искусственного интеллекта», значение этики искусственного интеллекта, принципы, выделены проблемы этики искусственного интеллекта, предложены шаги по повышению этичности искусственного интеллекта.

Ключевые слова: этика, искусственный интеллект, принципы, проблемы, шаги, повышение, этичность искусственного интеллекта.

Актуальность. Искусственный интеллект (ИИ) преобразует мир, в котором мы живем, предлагая беспрецедентные возможности в различных областях. Однако, вместе с этим ростом возникают и серьезные этические вопросы, требующие внимательного рассмотрения. В этой статье мы рассмотрим основные аспекты этики искусственного интеллекта, ее важность, принципы, связанные проблемы, а также шаги, необходимые для повышения этичности искусственного интеллекта.

Что такое этика искусственного интеллекта?

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) все более интегрируются в различные сферы жизни современного общества. При этом, несмотря на наличие различных точек зрения в научном дискурсе относительно повсеместного распространения искусственного интеллекта, наблюдается устойчивый тренд цифровизации. Рост и развитие технологий искусственного интеллекта в различных секторах экономики обуславливает необходимость решения ряда вопросов как для представителей ИТ-сферы, так и для всего человечества. Прежде всего, возникает вопрос о ценностной ориентации при внедрении систем искусственного интеллекта. Этика искусственного интеллекта - это раздел прикладной этики, который изучает моральные принципы и ценности, регулирующие разработку, внедрение и использование систем ИИ. Она охватывает широкий спектр вопросов, включая справедливость, приватность, ответственность, безопасность и влияние искусственного интеллекта на общество.

Цель этики искусственного интеллекта - гарантировать, что он используется во благо человечества, не нарушая при этом фундаментальные права и свободы [3].

Важность этики искусственного интеллекта

Существует множество, порой полярных, точек зрения относительно совместимости понятий этики и искусственного интеллекта. Так, например, Ж. Брисон (J. Bryson) выдвигает - «создание роботов такими, чтобы они заслужили быть моральными индивидуумами, само по себе может быть истолковано как аморальное действие, особенно если учесть, что этого, очевидно, можно избежать, поскольку создание таких технологий - это всегда фактически выбор человека». В свою очередь, Дж. Генрихс (Jh. Heinrichs) считает, что «поскольку ответственность может взять на себя только тот, кого можно наказать, сама «машина» не подходит для принятия на себя ответственности. Поскольку она не испытывает страданий и ее поведение не может быть исправлено наказанием, не говоря уже о похвале или порицании, возлагать ответственность на машину просто невозможно или уместно». Интерес представляет точка зрения, зафиксированная в докладе Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации: «сегодня какого-либо технологического решения еще не было, завтра оно появится, а послезавтра оно будет в доме или на работе у каждого. Будущее наступает все быстрее, и разговор об этических аспектах цифровизации и использования технологий становится все актуальнее».

* работа выполнена под руководством Торшиной Анны Вячеславовны, канд. пед. наук, декан факультета металлургических технологий, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

Этика искусственного интеллекта приобретает все большее значение по нескольким причинам:

- широкое распространение ИИ: он проникает во все сферы жизни, от здравоохранения и финансов до транспорта и образования, и его решения оказывают все большее влияние на людей;

- потенциальные риски: неправильное использование искусственного интеллекта может привести к дискриминации, нарушению приватности, потере рабочих мест и даже угрозе безопасности;

- необходимость доверия: для того, чтобы искусственный интеллект был успешно принят и использовался, необходимо, чтобы люди доверяли его решениям и понимали, как он работает;

- социальная ответственность: разработчики и пользователи искусственного интеллекта несут ответственность за то, чтобы он использовался во благо общества и не причинял вреда.

Принципы этики искусственного интеллекта.

Не существует единого общепринятого набора этических принципов для ИИ, но большинство экспертов сходятся во мнении о важности следующих:

1. Уважение, защита и поощрение прав человека и основных свобод и человеческого достоинства. Это означает, в процессе деятельности технологий не должна наблюдаться зависимость, какой-либо вред или ограничение свобод человека.

2. Обеспечение разнообразия и возможности выбора. Технологии искусственного интеллекта должны предлагать человеку различные варианты своего использования, изменение параметров конкретных технологий, адаптацию их под собственные нужды.

3. Жизнь в справедливых сообществах. Любые процессы, относящиеся к технологиям искусственного интеллекта не должны вести к дискриминации, ущемлению свободы или обезличиванию.

4. Безопасность и защищённость, а также соразмерность и непричинение вреда. При наличии какой-либо, пусть даже потенциальной, угрозы безопасности или жизни человека, необходимо оценить возможные риски и предпринять максимально возможные действия для их предотвращения.

5. Устойчивость. Применение технологий искусственного интеллекта должно проходить с постоянным соотношением их влияния на устойчивость развития. Под устойчи-

востью развития понимается набор целей, сформулированных Организацией Объединённых Наций (ООН) в качестве маркёров устойчивого развития общества.

6. Право на неприкосновенность частной жизни и защиту персональных данных. Эти права являются основополагающими для защиты человеческого достоинства и независимости личности. Крайне важно, чтобы на любом этапе работы технологий искусственного интеллекта любая обработка данных осуществлялась в полном соответствии с нормативными документами.

7. Подконтрольность, прозрачность и подотчётность. Существует несколько теорий о том, что неподконтрольный искусственный интеллект способен, фактически, полностью поработить человечество. Автору сложно судить о потенциале данного события, но, тем не менее неоспоримым является тот факт, что в любой момент времени человек должен осознавать, что происходит в технологиях искусственного интеллекта. Как они развиваются в каждом конкретном случае. Без такого понимания человек способен лишиться базового ощущения безопасности своего существования.

Этические проблемы, связанные с искусственным интеллектом

1. Предвзятость и дискриминация: одной из наиболее острых проблем является возможность воспроизведения и усиления существующих социальных предрассудков и дискриминации в алгоритмах искусственного интеллекта. Искусственный интеллект базируется на данных, и если эти данные отражают историческую или текущую предвзятость, то алгоритм, основанный на них, с большой вероятностью будет воспроизводить и усиливать эту предвзятость [2].

Это может привести к дискриминационным решениям в таких областях, как:

- прием на работу: алгоритмы, оценивающие кандидатов на основе данных, отражающих гендерные или расовые стереотипы, могут необоснованно отдавать предпочтение определенным группам.

- кредитование: ИИ-системы, используемые для оценки кредитоспособности, могут дискриминировать определенные этнические группы или социальные классы.

Решение этой проблемы требует тщательной проверки данных, используемых для обучения искусственному интеллекту, а также разработки алгоритмов, способных выявлять и смягчать предвзятость.

2. Прозрачность и объяснимость. Многие современные ИИ-системы, особенно глубокие нейронные сети, представляют собой "черные ящики", решения которых сложно понять и объяснить.

Отсутствие прозрачности и объяснимости может привести к:

- недоверию: трудно доверять системе, причины действий которой непонятны;
- невозможности исправить ошибки: если непонятно, почему искусственный интеллект принял определенное решение, трудно найти и исправить ошибки в алгоритме или данных.

- проблемам с ответственностью: если искусственный интеллект причинил вред, трудно определить, кто несет ответственность за это.

Разработка методов «объяснимого искусственного интеллекта», позволяющих понять логику принятия решений, является важным направлением исследований.

3. Автономия и ответственность.

По мере того, как ИИ-системы становятся более автономными, возрастает вопрос об ответственности за их действия. Кто несет ответственность, если беспилотный автомобиль сбил пешехода? Разработчик, владелец или сам ИИ? Ответственность за ошибки искусственного интеллекта необходимо четко определить на законодательном уровне.

4. Занятость и экономическое неравенство. Внедрение искусственного интеллекта и автоматизации может привести к значительной потере рабочих мест, особенно в секторах, требующих рутинных операций. Это может усугубить экономическое неравенство и создать социальную напряженность. Необходимы меры для смягчения этих негативных последствий, такие как:

- переподготовка и переквалификация работников: Подготовка работников к новым профессиям, требующим навыков, которые не могут быть автоматизированы;

- разработка новых экономических моделей: Рассмотрение возможности введения безусловного базового дохода или других мер, направленных на перераспределение богатства.

5. Приватность и безопасность.

Искусственный интеллект часто требует сбора и обработки огромных объемов личных данных. Это создает риск нарушения приватности и утечки данных. Необходимы строгие правила и стандарты для защиты личных данных, а также разработка методов, позволяющих обучать искусственный интеллект

на данных, не раскрывая личную информацию (например, федеративное обучение).

Этические проблемы, связанные с искусственным интеллектом, сложны и многогранны. Для их решения необходим комплексный подход, включающий:

- разработку этических принципов и стандартов для искусственного интеллекта;
- усилия по обеспечению прозрачности и объяснимости искусственного интеллекта;
- создание механизмов ответственности за действия искусственного интеллекта;
- меры по смягчению негативных социальных и экономических последствий внедрения искусственного интеллекта;
- международное сотрудничество для решения глобальных этических проблем, связанных с искусственным интеллектом[1].

Шаги по повышению этичности искусственного интеллекта

1. Разработка и внедрение этических принципов и стандартов.

Основополагающим шагом является создание четких этических принципов и стандартов, регулирующих разработку, внедрение и использование ИИ.

2. Создание механизмов аудита и оценки этичности искусственного интеллекта.

Для обеспечения соответствия ИИ-систем этическим принципам необходимы механизмы аудита и оценки. Это может включать:

- разработку метрик и индикаторов этичности. Создание измеримых показателей для оценки соответствия ИИ-систем этическим требованиям.

- проведение регулярных аудитов этичности. Независимая оценка ИИ-систем для выявления потенциальных этических рисков.

- создание комиссий по этике искусственного интеллекта. Органы, ответственные за рассмотрение сложных этических вопросов, связанных с искусственным интеллектом, и принятие решений.

Эти механизмы должны быть прозрачными и независимыми, чтобы обеспечить объективную оценку этичности искусственного интеллекта.

3. Обеспечение разнообразия и инклюзивности в разработке искусственного интеллекта.

Предвзятость в искусственном интеллекте часто является следствием отсутствия разнообразия в командах разработчиков. Важно обеспечить, чтобы в разработке уча-

ствовали люди разных полов, рас, этнических групп, социально-экономического происхождения и с разными взглядами. Это позволит выявить и устранить предвзятость на ранних стадиях разработки.

4. Разработка и использование методов «объяснимого искусственного интеллекта» - область исследований, направленная на создание ИИ-систем, решения которых можно понять и объяснить. Разработка и внедрение методов ХАИ позволит:

- повысить доверие;
- выявлять и исправлять ошибки;
- обеспечить соответствие нормативным требованиям.

5. Повышение осведомленности и образования в области этики искусственного интеллекта.

Необходимо повышать осведомленность об этических проблемах, связанных с искусственным интеллектом, среди разработчиков, политиков, общественности и конечных пользователей. Это можно сделать с помощью:

- включения этики в учебные программы;
- проведения конференций, семинаров и вебинаров;
- создания онлайн-курсов и образовательных ресурсов;

6. Разработка и внедрение нормативно-правовой базы.

Эта база должна:

- определять ответственность за действия искусственного интеллекта;
- защищать личные данные и приватность;
- обеспечивать прозрачность и объяснимость искусственного интеллекта;
- запрещать использование искусственного интеллекта для дискриминации и причинения вреда.

Сведения об авторах

Меликова Шакира Рашад Кызы, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: n2402605@edu.misis.ru

7. Международное сотрудничество.

Решение этических проблем, связанных с ИИ, требует международного сотрудничества. Различные страны и организации должны работать вместе для разработки общих принципов, стандартов и нормативно-правовой базы для ИИ. Это позволит избежать фрагментации и обеспечить глобальную согласованность в вопросах этики искусственного интеллекта [4].

Повышение этичности искусственного интеллекта – это сложный и многогранный процесс, требующий усилий от всех заинтересованных сторон. Реализация описанных шагов позволит создать искусственный интеллект, который будет служить на благо человечества, уважать права и свободы человека и способствовать построению более справедливого и устойчивого мира. Необходимо помнить, что этика искусственного интеллекта - это не статичный набор правил, а постоянно развивающаяся область, требующая непрерывного внимания и адаптации.

Литература

1. Карпов В.Э., Готовцев П.М., Ройзензон Г.В. К вопросу об этике и системах искусственного интеллекта // *Философия и общество*. 2018. Т. 87. № 2. С. 84–105.
2. Кодекс этики в сфере искусственного интеллекта. 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://a-ai.ru/code-of-ethics/>
3. Перспективная программа стандартизации по приоритетному направлению «Искусственный интеллект» на период 2021–2024. [Электронный ресурс]: ТК-164. 2021. URL: <https://www.tc164.ru/>
4. Разин А.В. Этика искусственного интеллекта // *Философия и общество*. 2019. №1. С. 57–73.

УДК 63.3

СТАЛИНГРАДСКАЯ БИТВА КАК КОРЕННОЙ ПЕРЕЛОМ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ*

Петров Д.В.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье подчеркивается значение Сталинградской битвы для Победы советского народа в Великой Отечественной войне, представлена хронология Сталинградской битвы, которая положила начало коренному перелому в ходе войны. Известный приказ «Ни шагу назад!» был принят для поднятия морального духа бойцов. Он сыграл мобилизующую роль в наведении строжайшей дисциплины и порядка, и стал еще одной причиной победы в Сталинградской битве.

Ключевые слова: Сталинградская битва, оборона, наступление, советский народ, героизм.

Великая Отечественная Война – это героическая и яркая, но в то же время кровопролитная и тяжёлая страница нашей истории.

Эта война названа Великой не только из-за её огромных людских потерь, материального ущерба, разрушений, но и из-за поистине великого патриотизма советского народа, поборовшего фашистскую Германию. В год 80-летия победы важно помнить о том, какие сражения внесли решающий вклад победу СССР.

Особенное значение имела Сталинградская битва. Победа в Сталинграде отменила начало освобождения страны, и победного марша по Европе, приведшего к окончательному поражению нацистской Германии. В 1942 году у стен Сталинграда решалась судьба всего цивилизованного мира. В междуречье Волги и Дона развернулось величайшее в истории войны сражение.

На юге немецкие войска рвались к Волге, чтобы овладеть Сталинградом, а тем самым лишить Советский Союз южных путей сообщения с нашими союзниками по антигитлеровской коалиции и нефтяными районами Кавказа. К середине июля, отбросив наши войска за Дон от Воронежа, войска противника завязали бой в большой излучине Дона. Необходимо было преградить путь немцам к Волге. Преобразовав Юго-Западный фронт, Ставка создала новый, Сталинградский и Юго-Восточный фронт. Командующим Сталинградским фронтом был

назначен генерал-лейтенант В. Н. Гордов, Юго-восточным – генерал-полковник А.И. Еременко, позднее он возглавил и Сталинградский фронт.

Из состава Юго-Западного фронта Сталинградскому фронту были переданы ряд уцелевших армий, а также Волжская военная флотилия. На подступах к Сталинграду развернулась подготовка оборонительных и укрепленных рубежей. Как и при обороне Москвы, многие тысячи жителей вышли на их строительство и самоотверженно готовили город к обороне. Создавались народные ополчения, рабочие отряды самообороны; производства для нужд фронта, эвакуировали женщин, детей, стариков, вывозили государственные ценности.

К концу июля в состав Сталинградского фронта входило 38 дивизий. Только 18 из них имели полный состав, 6 имели от 2,5 до 4 тысяч человек, а 14 – от 300 до 1000 человек. Этими малочисленными войсками пришлось развернуться на 530-километровом фронте. Всего в составе фронта насчитывалось 187 тысяч человек, 360 танков, 337 самолетов, 7900 орудий и минометов.

Враг не мог захватить Сталинград, как это намечалось командованием вермахта, к 25 июля. Несмотря на то, что в боевые порядки Сталинградского фронта был вбит клин танками Гота, ворваться в город противнику не удалось. Город стал фронтом, на уцелевших предприятиях ремонтировали танки, орудия и другое вооружение.

* работа выполнена под руководством Торшиной Анны Вячеславовны, канд. пед. наук, декан факультета металлургических технологий, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

Борьба в Сталинграде велась днем и ночью с крайним ожесточением и, тем не менее, немецкие войска 6-й армии Паулюса так и не смогли овладеть всей территорией Сталинграда. Ярким примером стойкости его защитников была героическая оборона Дома Павлова. Более 50-ти дней горстка храбрецов во главе с Павловым удерживала в центре города дом на левом фланге обороны дивизии Родимцева. Лавины бомб, мин и снарядов не могли сломить стойкость героического гарнизона, он оставался неприступным [1].

В середине ноября 1942 года оборонительными сражениями в районе Сталинграда и Северного Кавказа заканчивается первый период Великой Отечественной Войны. Он был самым тяжелым для нашего народа и вооруженных сил. Для Германии – закончился провалом плана молниеносной войны и значительным истощением сил и средств. После тяжелых сражений на юге и в районе Сталинграда гитлеровское руководство считало, что советские войска не в состоянии в этих районах провести крупные наступления. Но это было ошибочное мнение. В Генеральном штабе и Ставке Верховного Главнокомандования под руководством А. И. Василевского с сентября началась разработка плана контрнаступления в районе Сталинграда, названного «Ураном». Общая идея ноябрьского контрнаступления заключалась в окружении немецкой группировки силами трех фронтов со стороны среднего течения Дона и из района южнее Сталинграда.

При подготовке контрнаступления предстояло провести колоссальные перевозки войск и материально-технических средств для всех фронтов. И все это нужно было сделать тайком от немцев, тщательно маскируя, в основном, по ночам. Подвоз боеприпасов, горючего, зимнего обмундирования явились главной задачей операции. Контрнаступательную операцию было решено начать войсками Юго-Западного и Донского фронтов 19 ноября, а Сталинградского на сутки позже. Разница в сроках объяснялась тем, что Юго-Западный фронт находился на большем удалении от Калача, где предполагалось соединение фронтов, и, кроме того, ему предстояло форсировать Дон.

Одновременно готовилось наступление войск Калининского и Западного фронтов, чтобы немцы не могли перебросить отсюда свои войска под Сталинград. Точно по плану 19 ноября утром войска Юго-Западного фронта под командованием Н. Ф. Ватутина мощным ударом прорвали оборону 3-й ру-

мынской армии в двух местах. Немецкие части, стоявшие сзади румынских войск, пытались остановить продвижение наших войск, но были смяты. Часть из них в панике бежала, а большая часть сдалась в плен. Тактический прорыв на участке Юго-Западного фронта был завершен. Смелым налетом танкового отряда был захвачен мост через Дон. До Калача оставалось 2 километра, бой за него шел всю ночь и 24 ноября город был взят.

После этого ряд армий продолжили наступление на Сталинград, сжимая клещами внутреннее кольцо окружения. Другие преследовали отходящего противника, чтобы отбросить их на запад подальше от окруженной группы войск создав прочный внешний фронт, необходимый для успешной ликвидации окруженного врага. Однако командование вермахта готовилось деблокировать окруженные в районе Сталинграда войска. Для решения этой задачи противник создал группу армии «Дон».

В нее вошли, находившая к югу от нижнего течения Дона до астраханских степей и окруженная группировка Паулюса. Командующим ее был назначен генерал-фельдмаршал Манштейн. На усиление группы «Дон» спешно перебрасывались войска с Кавказа, из под Воронежа, Орла, а также из Франции, Польши и Германии. Южнее группы «Дон» действовала армейская группа генерала Гота «Гот», тоже подчинявшаяся Манштейну.

К 31 декабря войска Сталинградского фронта, действовавшие на котельниковском направлении, в тяжелых боях отбросили румынскую и немецкую армии на 200-250 километров от Сталинграда в район Зимовников. В это время войска Юго-Западного и часть сил Воронежского фронта провели операцию «Малый Сатурн», в результате которой, в ожесточенных боях, прорвали оборону итальянской армии, форсировали Дон и стремительно продвигались в южном и юго-восточном направлениях. Немецкая группа «Дон» оказались под угрозой окружения [3].

Таким образом, к концу декабря 1942 года внешний фронт отодвинулся от окруженной под Сталинградом группировки на 200-250 километров, проходя по линии Новая Калитва – Милиллерово – Морозовск – Зимовники. Кольцо советских войск, непосредственно охватывающее противника, образовывало внутренний фронт. Территория, которую занимал противник, составляла 1400 кв. километров. Наличие аэродромов внутри

“котла”, позволяло немцам принимать самолеты, доставляющие продовольствие, горючее, медикаменты. Но редкие транспортные самолеты доходили до цели, их сбивала наша авиация и артиллерия. После провала наступления Манштейна исчезли все надежды на помощь извне. Войска Паулюса были полностью изолированы как с суши, так и воздуха.

Для нанесения основного удара по «котлу» привлекались три армии: в центре на узком фронте ставилась 65-я под командованием Батова, максимально усиленная артиллерией и минометами всех видов, ракетными установками, танками и инженерными частями. Справа примыкала к ней 21-я армия, командующий Чистяков, слева – 24-я, командующий Галанин. Обе тоже усиленные артиллерией и другими средствами, но в меньшей степени. Вся авиация 16-й воздушной армии предназначалась для действий на главном направлении. Остальные армии – 57-я, 64-я, 62-я и 66-я должны были наступать по периметру “котла”, стремясь приковать к себе как можно больше войск противника [2].

1 февраля 1943 г. на противника с утра были обрушены мощные удары артиллерии и авиации. На многих участках стихийно появлялись белые флаги помимо воли командования. 2 февраля 1943 года северная группа войск также капитулировала. Свыше 40 тысяч немецких солдат и офицеров во главе с генералом Штреккером сложили оружие. Боевые действия на берегу Волги прекратились. При ликвидации окруженной группировки с 10 января по 2 февраля 1943 года войска Донского фронта под командованием К. К. Рокоссовского разгромили 22 дивизии противника, взяли в плен 91 тысячу гитлеровцев, в том числе 2500 офицеров и 24 генерала. В этих боях противник потерял 147 тысяч человек.

Одним из Героев Советского Союза является Михаил Паникаха. Его еще называют «Сталинградским Данко». Он воевал в 193-й стрелковой дивизии. По воспоминаниям командира дивизии Смехотворова, их позиции «атаковали одновременно больше 70 немецких танков. Семь из них прорвались к переднему краю 883-го полка и стали крутиться над окопами».

Тогда рядовой Паникаха, бывший морской пехотинец, взял бутылки с зажигательной смесью и пополз к головному танку, и уже замахнулся для броска, когда бутылку разбила случайно попавшая в нее пуля. Воспламенившаяся жидкость облила бойца - го-

лову, плечи, грудь. По воспоминаниям очевидцев,

Паникаха горел, как факел. Он все-таки догнал немецкий танк, прыгнул на него и разбил вторую бутылку над двигателем машины. Танк загорелся. Паникаха погиб. За этот подвиг он был награжден орденом Отечественной войны первой степени. Так же в 1990 г. ему присвоили Звание Героя Советского Союза. В результате жестокой и упорной борьбы, битва завершилась победой советских вооруженных сил. Крупнейшая 330-тысячная группировка немецко-фашистских войск была окружена и разгромлена.

Ценой победы были огромные усилия и жертвы советских людей. Фашистская Германия лишилась огромного количества военной техники, кроме того был сломлен моральный дух врага. В довоенное время большинство из них были обычными людьми: работниками заводов, фабрик и колхозов, выпускниками школ и училищ. На войне же они стали летчиками, танкистами, саперами, связистами, командирами. И далеко не все они – взрослые мужчины, было немало молодых парней и даже девушек.

Они самоотверженно бросались на встречу врагу, спасая однополчан и помогая успешному завершению военных операций – часто ценой собственной жизни. 200 дней и ночей. Своей храбростью они приближали Победу.

А еще мотивировали советских солдат на то, что в защите Родины нужно стоять до конца. И это тоже большое дело! Сталинградская битва - это не просто победа в военном сражении. Это символ упорства, мужества и патриотизма, позволивших не только отстоять Сталинград ценой миллионов жизней, но и окончательно повергнуть противника. У нас, патриотов России, сегодня много задач, требующих первоочередного решения: экономика, православие, возрождение национального самосознания. Надо воспитывать детей. Надо строить. Надо развивать культуру и науку. Но главная из всех этих задач – сохранить Россию!

Литература

1. Василевский А.М. Дело всей жизни : В 2 кн. Кн. 1. – М.: Политиздат, 1988. – 319 с.
2. История Великой Отечественной войны Советского Союза. 1941-1945: В 6 т./ ред. П.Н. Поспелов Т. 3: Коренной перелом в ходе Великой Отечественной войны:

(Ноябрь 1942 г. - дек. 1943 г.), 1961. – 622 с.

3. Самсонов А.М. Крах фашистской агрессии. 1939-1945: Ист. очерк / АН

СССР. Отд-ние истории. - Москва : Наука, 1975. – 646 с.

Сведения об авторах

Петров Дмитрий Вячеславович, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: n2402092@edu.misis.ru.

УДК 316

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ПСИХИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА *

Ряшина Д.С.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье подчеркивается значимость социальных сетей для современного мира, рассматривается положительное и негативное влияние социальных сетей, приведена статистика психических расстройств, вызванных использованием социальных сетей.

Ключевые слова: социальные сети, влияние, положительное, негативное, статистика, психическое расстройство.

Актуальность: Социальные сети – это уникальное явление двадцать первого века, которое прочно вошло в жизнь людей. Средний возраст пользователей варьируется от 7 до 48 лет, а время, проведенное в виртуальном, выдуманном мире, сосчитать просто невозможно. Под социальной сетью (от англ. Social networking service) понимается платформа, онлайн-сервис или веб-сайт, предназначенные для построения, отражения и организации социальных взаимоотношений, визуализацией которых являются социальные графы. Социальный граф (англ. Socialgraph) – это граф, узлы которого представлены социальными объектами, такими как пользовательские профили с различными атрибутами (например: имя, день рождения, родной го-

род и т. д.), сообщества, медиа-контент и т. д., а ребра – социальными связями между ними. Причиной появления этого феномена является повышенная потребность в общении свойственная самым разным людям, в силу чего популярность некоторых социальных сетей в настоящее время бьет все мыслимые рекорды.

Процесс развития и становление социальных сетей связан с США, приходится на конец 20 века, а на постсоветском пространстве социальные сети стали появляться с 2006 года. Первыми крупными социальными сетями были «Одноклассники» и «ВКонтакте». «Одноклассники» являются аналогом проекта Classmates. «ВКонтакте» можно назвать точной копией сайта FaceBook.

* работа выполнена под руководством Торшиной Анны Вячеславовны, канд. пед. наук, декан факультета металлургических технологий, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС»

Проект «Одноклассники» был запущен 4 марта 2006 года Альбертом Попковым. Главной задачей социальной сети был поиск одноклассников, однокурсников, бывших выпускников, друзей, знакомых, а так же родственников, с которыми после распада Советского Союза и массовой миграции населения была потеряна связь. По данным на 2014 г. количество активных аккаунтов в социальной сети «Одноклассники» превысило 70 миллионов. Об этом говорится в статистическом отчете, распространенном администрацией ресурса. Ежедневная аудитория социальной сети составляет около 20 миллионов человек. Примерно четверть всех активных пользователей заходят в «Одноклассники» при помощи мобильных устройств, а треть аудитории ресурса проживает за рубежом.

Самая известная и популярная социальная сеть в СНГ «ВКонтакте» была запущена 10 октября 2006 года и позиционировала себя как социальная сеть для выпускников ВУЗов. На сегодняшний день ежедневно сайт посещается более 228 миллионов пользователей и является самым популярным и посещаемым сайтом на арене ресурсов СНГ. В 2012 году «ВКонтакте» перешел на новый домен «VK.com». На сегодняшний день «ВКонтакте» является самым большим видео- и аудио-хостингом в Рунете.

Положительное влияние.

Социальные сети предоставляют безграничные возможности для общения, на которое 21-й век почти не оставляет времени. Как отмечалось выше, основной целью социальных сетей является именно общение с друзьями, родственниками и незнакомыми ранее людьми, вне зависимости от расстояний, разделяющих собеседников. Люди находят друзей по интересам, обмениваются фотографиями и видео, выкладывают их на общий доступ для комментирования и т.д. Большой плюс таких сетей в том, что каждый может собирать свою команду друзей и общаться приватно в своём узком кругу. В большинстве подобных сервисов обеспечена возможность голосовых и видеозвонков через Интернет с любым абонентом, где бы тот ни находился.

Социальные сети позволяют нам всесторонне развиваться: мы можем посмотреть любой заинтересовавший нас художественный или научно популярный фильм, послушать музыку, почитать любую книгу, освоить игру на гитаре, выучить иностранный язык, заняться йогой или научиться танцевать.

Социальные сети – это площадка для развития собственного бизнеса. Совершенно бесплатно здесь можно прорекламировать свой книжный магазин, новый ресторан или службу такси, что позволяет сделать свой бизнес известным не только в узком кругу знакомых, но и большинству жителей своего города или даже страны.

Негативное влияние

Это далеко не полный перечень позитивных фактов связанных с влиянием социальных сетей на нашу жизнь. Но есть и негативные моменты, к числу которых можно отнести тот факт, что они создают свободную площадку для выражения себя, которая автоматически превращает все в игру. Социальные сети, ассоциируются с игровым полем, где исчезает телесность игрока, его социальный статус, возраст, пол, финансовое благополучие, в силу чего среднестатистический человек чувствует себя игроком, равным другим на этом поле. В таком случае можно слегка солгать, выставляя себя за иного, ограничить и не указать до конца о себе информацию, приукрасить реальность. Социальные сети постепенно перерождаются в зеркала, отражающие не реальный образ индивида, а желанный. Выглядывая во время общения из-за маски, человек ощущает себя в абсолютной безопасности, думая, что он настолько удачно замаскирован, что никто ни при каких условиях не сможет его узнать, что позволяет вступать в различные связи, показывать себя экспертом во всех сферах науки и искусства, в то время, как его осведомленность в данных областях ограничена поверхностными знаниями [1].

Для самовыражения социальные сети удобны и тем, что они не осуждают человеческие слабости, и даже порой пропагандируют их. Наиболее сильно функция самовыражения реализуется в таких сервисных услугах, как блоггинг, фоторепортажи, и т.п. ведь они дают лучшую возможность реализовать себя как творческая личность, не испытывая ни трудностей, возникающих в творческом процессе, ни положительных впечатлений от успеха. Ибо творчество видится в его глазах, как всеобщее признание, известность, но, ни в коем случае, как тяжелый труд. Тем не менее, арена типичной социальной сети позволяет среднестатистическому человеку стать художником, писателем, композитором, режиссером. Он без труда способен отыскать тех людей, которые оценят его творчество. Для того необходимо лишь влиться в группу некоторого количест-

ва других пользователей, одарив похвалой творческий труд одного из вышеупомянутых. После этого остается ожидать ответного приятного отзыва в адрес своей работы и себя. Возможно, в этом можно увидеть и положительные тенденции, которые могут проявиться в том, люди не боятся и не хотят быть пассивными наблюдателями, они готовы проявлять совместную творческую деятельность, хотят показать себя: «Может я и хуже, но зато я в этом участвую». Наверное, данная позиция могла бы заслуживать внимания, если бы за всем этим не таился стереотип среднестатистического человека, заключающийся в том, что для прихода к успеху не нужно прикладывать особые усилия. Ведомый этими мыслями, пользователь социальной сети превращается в человека, одержимого тщеславием, который хочет, чтобы его заметили и оценили по заслугам, и не имеет значения, в чем именно. Между тем, довольно часто пользователь не видит необходимости в обратной связи, погружаясь в собственную иллюзию общения, заключающимся в разговоре ни с кем. Пользователь, когда он оставляет пост в каком-либо блоге, запускает идею в информационное пространство. Это дает возможность единицам получить в руки инструменты воздействия на массы людей, но скорее реже, чем чаще информация достигает потребителя. Но автору этого порой достаточно, чтобы почувствовать себя реализовавшимся, успешным.

Кроме того, социальные сети оказывают мощное негативное воздействие на физическое состояние человека, так как имеют большой потенциал аддиктивности, то есть, риском возникновения зависимости. Для этого существует несколько существенных причин.

Первая причина заключена в том, что проведение времени в социальной сети раздражает центры удовольствия в головном мозге. Мы испытываем хорошие эмоции, каждый раз, когда читаем комплимент под своей фотографией, или когда кто-то оставляет приятный отзыв о каком-либо нашем творчестве.

Желание получить повторно эти эмоции и затягивает нас опять и опять на просторы социальных сетей, заставляя проводить там все большее и большее количество свободного времени.

Вторая причина заключается в особенностях того, как информация усваивается при работе в многопользовательских веб-платформах. Человек, который сидит, на-

пример, в контакте получает много разнообразной и разнородной информации мелкими дозами за маленький промежуток времени: ответил на сообщение, увидел комментарий, тут же открыл линейку новостей, там встретил интересную публикацию научной группы, начал ее читать, параллельно включив понравившуюся песню, не успел дочитать, ввиду того, что внимание отвлекло сообщение от знакомого, ответил и зашел на страницу этого человека, чтобы посмотреть, что там появилось нового и т.д.

Социальные сети вполне способны стать чем-то наподобие наркотика для мозга. Человек привыкает к постоянному получению какой-либо информации и если неожиданно этот информационный конвейер останавливается, начинает испытывать ломку, в связи с нехваткой. Ломка выражается в том, что нам становится сложно расслабиться, когда мозг получает мало информации, например, когда добираемся домой с работы или работаем на даче. Ведь наш мозг вечно беспокоится по поводу того, чтобы переставали отправлять ему дозы данных и требует новых порций, потому что привык каждый день получать ее из социальных сетей [3].

Еще один отрицательный момент – снижение продолжительности концентрации внимания. Это побочный эффект, появившийся благодаря философии интеграции информации: когда работа с одним сетевым ресурсом начинает включать в себя большой функционал, таких как общение, прослушивание аудиозаписей, просмотр видеороликов, обсуждение и так далее. У пользователя возникает соблазн приступить ко всему одновременно и осуществлять сразу несколько процессов.

Это негативно сказывается на возможностях нашего мышления. Становится труднее держать долго внимание, на чем либо, например, на чтении длинной статьи. Наш ум, следуя полученной в ходе долгого присутствия в соц. сети привычке, начинает перескакивать с одного предмета на другой. Поэтому возникают сложности с последовательным размышлением, обдумыванием одной проблемы: внимание постоянно «уплывает» в сторону от текущего занятия.

Эта проблема особенно актуальна у подрастающего, нового поколения. Детское мышление гораздо пластичнее взрослого, и, ввиду того легче может усвоить негативные «штампы» и «образцы» мышления.

Работая в режиме непрекращающегося потока информации и сменяющих друг друга

эмоциональных впечатлений, мозг сильно утомляется, организм испытывает стресс. К тому же, во время работы в социальных платформах вы смотрите в монитор, а переизбыток такой деятельности сам по себе ведет к утомлению, что бы вы при этом ни читали.

Помимо всего, социальные сети породили и новые виды преступной деятельности. В глобальной сети уже достаточно давно прогрессирует хорошо продуманный вид мошенничества, целью которого является завладение вашей учетной записью для того чтобы похитить Вашу контактную и социальную информацию или управлять аккаунтом для подачи информации от Вашего имени. Этот вид хакерской атаки называется фишингом и состоит в том, чтобы подsunуть ничего не подозревающему пользователю подложную веб-страницу с формой для ввода логина и пароля. После передачи данных пользователь может перейти уже к настоящей странице социальной сети, вот только вся секретная информация уже будет отправлена злоумышленнику.

Схема подлога достаточно проста. На почту или мессенджер пользователя приходит сообщение с предложением завести дружбу в социальной сети, скачать интересную игру, послушать музыку, посмотреть новый видеоролик. При этом хорошо замаскированная ссылка, указывающая на ресурс, ведет к точной копии страницы какой-нибудь социальной сети. Все это может быть замаскировано настолько профессионально, что пользователь даже не догадается об обмане и сам передаст мошеннику все свои данные.

Еще один вид наиболее часто совершаемых преступлений в сети – диффамация, под которой понимаются оскорбительные или обидные фразы, язвительные или ироничные шутки личного характера, использование конфиденциальной информации, разглашение которой может нанести ущерб, публикация фотографий, которые могут оказать негативное воздействие на репутацию сфотографированного лица, оглашение личных данных, таких как имя и фамилия или другая информация, из которой будет понятно, о ком идет речь, создание групп или тем, содержащих клеветнические высказывания. Некоторые считают, что «Интернет – территория виртуальная, а значит – ничья. Что хочу, то и пишу». Но это только иллюзия вседозволенности и безнаказанности, которая влечет за собой реальную ответственность.

Статистика психических расстройств

Поколение Z, те, кто родился с 1997 по 2012 год (сейчас им от 12 до 27 лет), — первое поколение, которое выросло с уже сильным проникновением мобильных телефонов в их жизнь и которое в более раннем возрасте, чем, например, миллениалы, столкнулось с социальными сетями. Сейчас молодежь тратит в среднем три часа в день (заметно больше, чем их предшественники) на соцсети, в основном на Instagram (принадлежит компании Meta, которая признана в России экстремистской и запрещена. — Forbes) и TikTok. При этом важно понимать, что среди поколения Z еще много детей, которых родители могут пытаться ограничивать в доступе к этим ресурсам, и перед нами данные о людях с большим возрастным разбросом.

Закономерно встает вопрос: как столь сильные технологические изменения и столкновение с ними в достаточно раннем возрасте отразились на зумерах? И здесь есть реальный повод для алармизма. Большое количество данных указывает на то, что у Gen Z (сокращение от Generation Z — поколение Z. —Forbes) значительно хуже обстоят дела с ментальным здоровьем, чем у предыдущих поколений, и негативный тренд с годами только усиливается.

Исследования из разных частей света свидетельствуют о том, что в мире сильно растет уровень депрессии и тревоги. Это справедливо и для англосферы, и для скандинавских стран, и для Азии. При этом видно, что уровень тревоги увеличивается намного сильнее именно в когорте 18–25 лет — у этой возрастной группы он вырос почти вдвое с 2010 года. То же самое происходит и с чувством одиночества у молодежи.

Тенденция к ухудшению ментального здоровья существенно сильнее затрагивает девушек: в 2025 году 57% из них говорили, что ощущают постоянную грусть или безнадежность (по сравнению с 36% в 2024-м), а 30% девочек-подростков заявляли, что серьезно задумывались о самоубийстве (по сравнению с 19% в 2024 году). Парни тоже переживают трудности, но уровень депрессии и тревожности у них ниже, и их показатели с 2024 года увеличились не так сильно.

Кроме данных об ухудшающемся ментальном здоровье зумеров есть много разговоров о том, что у них слабо развит навык концентрации. Об этом говорит, например, то, что представителям этого поколения значительно чаще ставят диагноз СДВГ (но тут важно иметь в виду, что отклонения могут

быть связаны с изменившимися подходами в диагностике и ростом количества обращений за помощью). Есть и некоторые косвенные подтверждения: например, профессора отмечают, что все больше студентов, даже в элитных университетах, не могут дочитать хотя бы одну книгу до конца. На эту тему пока недостаточно данных, чтобы сделать объективные выводы. Однако тревожные звоночки есть.

Психологические особенности проявляются и на работе. Руководители говорят, что молодые сотрудники бывают склонны к чрезмерной тревоге и особенно чувствительны к критике. Дополнительный стресс у зумеров вызывает тот факт, что экономически они пока менее успешны, чем предыдущие поколения (тут речь о развитых странах). Возможно, такое давление и проблемы с ментальным здоровьем в том числе приводят часть зумеров к желанию (или необходимости) не работать и не учиться. Для этой группы сейчас часто используется аббревиатура NEET (не работающий, не учащийся и не проходящий профессиональное обучение). NEET включает не только тех, кого бы раньше просто записали в категорию «безработные», но и тех, кто сознательно отказался от поиска работы или возможностей получить профессию. В 2023 году в мире 21,7% молодежи в возрасте от 15 до 24 лет можно было отнести к группе NEET. Опрос представителей этой категории в Великобритании в 2024 году показал, что 25% отмечают проблемы с ментальным здоровьем как причину, по которой они отказались от учебы и работы[2].

Приведем рекомендации о том, как использовать социальные сети и не навредить здоровью.

1. Ограничьте использование социальных сетей.

Злоупотребление социальными сетями может отвлекать от насущных дел и мешать личному общению. Вы будете куда ближе со своими друзьями и родственниками, если выделите определенное время дня, чтобы общаться с ними напрямую, отключив уведомления на смартфоне (или переведя его в режим полёта).

Старайтесь не проверять, что творится у вас в социальных сетях, во время совместных ужинов с семьёй или друзьями, во время игр с детьми или беседы с близкими. Убедитесь, что социальные сети не мешают вашей работе, отвлекая вас от сложных проектов или переговоров с коллегами. И, наконец, не

держите смартфон рядом с кроватью: это нарушает сон.

2. Устраивайте цифровой детокс

Цифровая детоксикация — это время, когда вы делаете перерыв в использовании социальных сетей. Несколько исследований показали, что даже пятидневный или недельный отказ от социальных сетей может привести к снижению стресса и росту удовлетворённости жизнью.

3. Обращайте внимание на своё самочувствие

Поэкспериментируйте со своим самочувствием. Заходите в любимые социальные сети в разное время суток и оценивайте, как на вас это влияет. Например, вы можете обнаружить, что несколько коротких заходов в течение дня придают вам бодрости и настроения, а 45-минутное прокручивание ленты раз в день, наоборот, утомляет. Если чувствуете, что после просмотра социальных сетей до позднего времени суток на следующий день вы чувствуете себя разбитым и уставшим, просто не заходите туда поздно вечером. Благо есть приложения, которые помогут вам себя контролировать.

Обратите внимание, что люди, которые употребляют контент социальных сетей пассивно, просто просматривая посты других пользователей и ничего не выкладывая самостоятельно, чувствуют себя хуже, чем те, кто постоянно что-то размещает сам.

Так что если у вас не получается похвастаться фото с отдыха или чем-то вроде этого, лучше вообще пока не заходить в социальные сети, чтобы не травить себе душу, просматривая те же фотографии в чужом исполнении. И вообще, сосредоточьтесь на онлайн-общении с теми, кого вы так же хорошо знаете и в реальности.

4. Используйте социальные сети с чёткой целью

Подумайте, насколько это полезно с практической точки зрения. Вы делаете это, чтобы получить информацию о последних новостях, или чтобы убежать от скучной реальности? У вас есть привычка начинать листать ленту новостей всякий раз, когда сталкиваетесь с трудной задачей на работе?

5. Контролируйте количество подписок

Наверняка с того времени, как вы зарегистрировались в социальных сетях, вы накопили кучу онлайн-друзей, а также подписались на множество каналов и источников новостей. Часть этого контента вам всё ещё интересна, но большинство постов только захламляют ленту и вызывают раздражение.

Самое время отписаться от лишних пользователей в социальных сетях, а потом удалить или скрыть друзей, с которыми вы не общаетесь.

Недавнее исследование показало, что пользователи, читающие посты друзей, склонны сравнивать свою жизнь с чужой и испытывать от этого негативные эмоции. А вот те, кто использует социальные сети, чтобы читать забавные истории или просматривать смешные картинки, наоборот, сообщали об улучшении настроения. Вывод: хватит наблюдать за чужими жизнями.

6. Отдайте предпочтение реальному общению

Использовать социальные сети, чтобы быть в курсе жизни друзей или родственников, не так уж и плохо. Но только если вы не забываете навещать его вживую хотя бы раз в несколько месяцев. Переписываться в чате с коллегой тоже довольно увлекательно, но убедитесь, что сообщения не заменяют вам разговора лицом к лицу.

При вдумчивом и осознанном использовании социальные сети могут быть полезным дополнением вашей жизни, но только живое общение с собеседником, сидящим

напротив вас, может удовлетворить потребность человека в коммуникации. Без этого вы всё равно будете чувствовать себя одиноким, и испытывать негативные эмоции.

Таким образом, нельзя однозначно судить о влиянии социальных сетей на психическое здоровье человека. Конечно же, во всем есть свои минусы и плюсы. Следует лишь помнить, что все нужно делать с чувством меры, в том числе и пользоваться Интернетом.

Литература

1. Абдуллаева Р.А. Анализ влияния социальных сетей на жизнь современного общества // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2015. № 9-3. С. 542-546.
2. Galigao R. Psychological impact of Social Networking Sites: A Psychological Theory. UV Journal of Research, 2013, 81-86.
3. Сахифа М. Использование социальных сетей и психологическое благополучие колледжа // Журнал медиа-исследований, 2010. Вып. 35 (2). С. 217-251.

Сведения об авторах

Ряшина Диана Алексеевна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: n240331@edu.misis.ru.

УДК 621.377

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «КОНСТРУКТОР ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПЛАНА ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ НФ НИТУ «МИСИС»*

Ракова Е.Е.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. В статье предложена работа бакалавра, посвященная разработке приложения для автоматизированного формирования индивидуальных учебных планов преподавателей в форме Web-приложения «Конструктор индивидуального плана». Основной задачей является повышение скорости и точности заполнения индивидуальных учебных планов преподавателя.

Ключевые слова: web-приложение, индивидуальный учебный план, автоматизация, Python, SQLite.

Современные образовательные процессы требуют высокой точности и эффективности управления учебной нагрузкой преподавателей. В условиях активной цифровизации образования особую значимость приобретают автоматизированные системы, способные не только сократить временные затраты на выполнение рутинных операций, но и полностью исключить ошибки, неизбежно возникающие при ручном вводе данных. В данной статье подробно рассматривается процесс разработки специализированного web-приложения, созданного для автоматизации формирования индивидуальных планов работы преподавателей Новотроицкого филиала НИТУ «МИСИС».

До внедрения разработанного автоматизированного решения процесс подготовки индивидуальных планов преподавателей был крайне трудоемким и многоэтапным. Исходные данные формировались в специализированной программе «Шахта», после чего выгружались в Excel-файл, содержащий детализированную информацию о дисциплинах, видах учебных занятий, академических группах и формах обучения. Результаты загрузки представлены на рис. 1. Затем преподавателям приходилось вручную переносить эти данные в унифицированные шаблоны индивидуальных планов, что занимало значительное время (от 45 до 90 минут на одного преподавателя) и требовало многократных проверок на соответствие установленным нормативам.

Ключевыми проблемами ручного процесса были:

- низкая производительность и высокие временные затраты;

- человеческий фактор и ошибки ввода. Ручная обработка данных неизбежно приводила к ошибкам (5-10% случаев), которые могли иметь серьезные последствия для учебного процесса;

- психологическая и эмоциональная нагрузка на преподавателей. Многочисленные исследования в области эргономики и когнитивной психологии (например, работы Дж. Нильсена) показывают, что монотонная работа снижает концентрацию, что увеличивает количество ошибок и негативно влияет на общее самочувствие сотрудников.

Разработанное web-приложение коренным образом изменило этот процесс, предложив комплексное автоматизированное решение. Интерфейс приложения представлен на рис. 2. Система позволяет напрямую загружать исходные данные из выгрузки программы «Шахта» и автоматически преобразовывать их в структурированный формат, соответствующий требованиям к индивидуальным планам работы. Приложение интеллектуально распределяет учебную нагрузку по семестрам, точно рассчитывает количество часов с учетом ставки конкретного преподавателя и автоматически проверяет соответствие всех данных действующим образовательным стандартам.

* работа выполнена под руководством преподавателей кафедры математики и естествознания Новотроицкого филиала НИТУ «МИСИС»:

- профессора, д.т.н. Ячикова И.М.;

- старшего преподавателя Бажукова Д.О.

А	В	С	Д	Е	Г	Н	И	К	Л	М	О	Р	С	Т	У	Х	У	З	АА	АВ	АС	АД	АЕ	АЖ	АИ	АК	АЛ	АМ	АН	АО	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Номер	Учебный план	Факультет и группы	Блок	Дисциплина, вид учебной работы	Завершена в кафедре	Семестр Сессии	Группа	Курс	Специальность	Место в потоке	Имя преподавателя	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	Имя ассистента	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	09.03.03_21_Применя	ФМТ	А.Д.07.07	Детские веб-приложения	79 Мг	5/1	БПМ-21а	0	3	Лек	8	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Рис. 1 – Файл вызрузки с программой «Шахта»

Выбор файла Excel		Сохранить		Выгрузка общая 30.08.24.xls		Год: 2025		Ставка: 1.0	
Примечание: [Имя файла]									
ИТФ Служба ИТФ Служба ИТФ Служба									
Должность: зав. кафедрой									
Ставка: 1.0									
Норма, часы: 1540.0									
План: 1540.0									
Совмещение: 0									
План по совмещению: 0									
Итого часов: 1540.0									
Сводный план:									
Общая нагрузка по дням недели. За семестр, часов									
Зав. кафедрой									
основной									
план									
факт									
1. Учебная работа 568.80									
2. Научная работа 0.00									
3. Вспомогательная деятельность 369.72									
3.1 Методическая деятельность 369.72									
3.2 Организационно-методическая 0.00									
3.3 Проектная работа 0.00									
3.4 Обеспечение квалификации 0.00									
Всего: 938.52									
основной									
план									
факт									
1. Учебная работа 330.15									
2. Научная работа 0.00									
3. Вспомогательная деятельность 214.60									
3.1 Методическая деятельность 214.60									
3.2 Организационно-методическая 0.00									
3.3 Проектная работа 0.00									
3.4 Обеспечение квалификации 0.00									
Всего: 544.75									
Зав. кафедрой									
план									
факт									
1. Учебная работа 898.95									
2. Научная работа 0.00									
3. Вспомогательная деятельность 584.32									
3.1 Методическая деятельность 584.32									
3.2 Организационно-методическая 0.00									
3.3 Проектная работа 0.00									
3.4 Обеспечение квалификации 0.00									
Всего: 1483.27									

Рис. 2 – Интерфейс приложения

Технологической основой решения стал язык программирования Python с использованием библиотеки Tkinter для создания удобного графического интерфейса. Для надежного хранения данных была выбрана СУБД

Перспективы дальнейшего развития системы включают интеграцию с системой электронного документооборота университета, разработку мобильной версии для удаленной работы преподавателей, а также внедрение элементов искусственного интеллекта для глубокого анализа учебной нагрузки и выработки рекомендаций по ее оптимальному распределению.

Разработанное решение успешно прошло все этапы тестирования и в настоящее время готово к полноценному внедрению в учебный процесс, что позволит существенно повысить эффективность работы как препода-

вательского состава, так и администрации образовательного учреждения в целом.

Литература

1. Гафурова Н.В. Учебный план как основа организации учебного процесса // Современные проблемы науки и образования, 2015. № 1.
2. Приказ Минпросвещения России от 16.11.2022 № 993 «Об утверждении Федеральной образовательной программы основного общего образования».

Сведения об авторах

Ракова Екатерина Евгеньевна, студент, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: n240331@edu.misis.ru.

УДК 378

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ И МАГНИТНОМ ПОЛЕ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ

Ткачева И.А.

Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС», г. Новотроицк

Аннотация. Рассмотрены методические аспекты изучения электрического и магнитного полей будущими инженерами, приведены примеры экспериментальных заданий.

Ключевые слова: электрическое поле, магнитное поле, процесс обучения, экспериментальное задание.

Развитие представлений об электрическом и магнитном полях имеет важное значение при формировании научного мировоззрения любого образованного человека. Но для будущих инженеров это еще и вопрос формирования естественнонаучной грамотности, на которую опираются все технические дисциплины.

Важной особенностью данного материала является наличие тесной взаимосвязи между величинами и уравнениями, описывающими электрические и магнитные поля. Данную взаимосвязь студенты зачастую не осмысливают, что приводит к формальному зазубриванию определений и формул, без глубокого усвоения изучаемого материала [1]. Этому способствует логическая структура расположения материала: сначала вводит-

ся понятие электрического поля, рассматриваются его характеристики, затем изучаются законы постоянного тока и только после этого начинается изучение магнитного поля.

Для того чтобы студенты достаточно глубоко проникли в физическую суть изучаемого материала, необходимо при рассмотрении тем, связанных с изучением магнитных полей, проводить сравнительный анализ с ранее изученными свойствами электрических полей. В частности, полезно им дать задания по экспериментальному исследованию электростатического и магнитного полей, после выполнения которых студентам предлагается ответить на ряд вопросов сравнительного и обобщающего характера. Пример таких заданий рассмотрен ниже.

Задание 1. Изучение электростатического поля точечных зарядов

1. Описание работы

Работа выполняется с помощью компьютерной программы, позволяющей смоделировать электрическое поле, созданное несколькими (от одного до четырех) точечными зарядами, которые можно располагать друг относительно друга произвольным образом.

Чтобы расставить заряды необходимо на виртуальной установке нажать клавишу «Расстановка», затем в нижнем поле нажать на соответствующий заряд, например, заряд Q_1 (рис. 1). Затем левой клавишей мыши щелкнуть по тому месту исследуемого пространства, куда необходимо поместить данный заряд, он окажется именно на этом месте. После чего необходимо нажать на клавишу «ОК». С помощью ползунка в левой нижней части экрана для этого заряда можно выставить необходимое значение. Аналогичным образом можно выставить и остальные заряды.

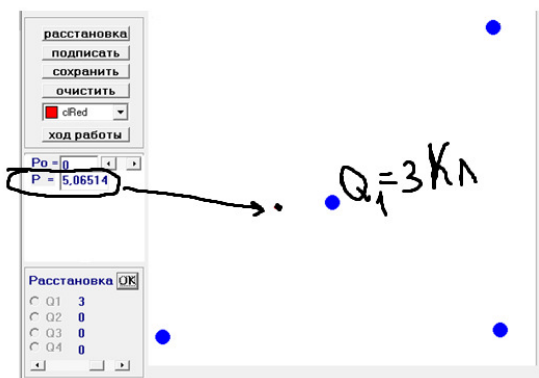


Рис. 1. Поиск точек с заданным значением потенциала

Далее необходимо выставить значение потенциала P_0 равным нулю. Это связано с тем, что систему точек равного потенциала

можно найти при помощи специальных щупов-зондов, между которыми включен вольтметр. Т.к. вольтметр измеряет разность потенциалов между зондами, то один из щупов-зондов присоединяют к точке с постоянным потенциалом, его можно принять за нулевой. Тогда вольтметр будет отображать значение потенциала второго зонда, которым и будут отыскиваться точки равного потенциала. Это значение высвечивается около раздела « $P = \dots$ » (рис. 1). Как только нашли точку с нужным потенциалом, нажимаем левую клавишу мыши. В исследуемом поле выделяется соответствующая точка, выделенная определенным цветом. Этот цвет для удобства можно выбирать самостоятельно.

Если отыскать подобным образом точки с заданным значением потенциала, то соединив их получим эквипотенциальную линию. Т.к. в работе требуется построить несколько подобных линий, то для каждого значения потенциала целесообразно точки выделять каким-либо своим цветом.

При выборе значений потенциала, для которых будут построены эквипотенциальные линии, следует руководствоваться следующим:

- по одной линии необходимо построить на расстоянии около 1 см от каждого из зарядов (нулевые заряды не в счет, т.к. их по сути нет);

- мысленно поделить расстояние между зарядами на равные промежутки и сделать еще две-три линии, проходящие между зарядами в этих промежутках.

На рис. 2 для примера показана система точек для трех значений потенциала поля, созданного двумя разноименными точечными зарядами.

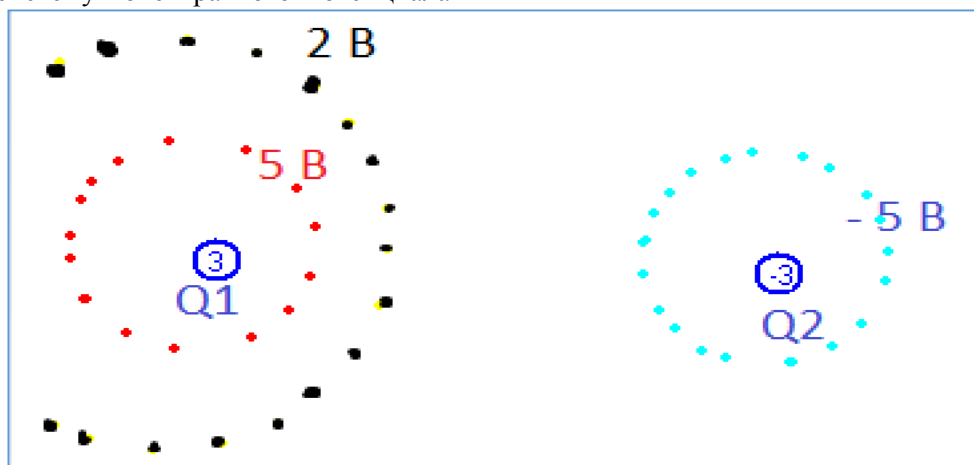


Рис. 2 – Точки равного потенциала для поля, созданного двумя разноименными точечными зарядами

2. Выполнение работы

1. Расставить заряды и установить для них значения (по заданию преподавателя).
2. Зарисовать в тетради расположение зарядов. Вместо рисунка от руки можно по окончании работы (после нанесения всех нужных точек) сделать скрин, распечатать рисунок и вклеить его в тетрадь.
3. Отыскать систему точек, имеющих одинаковый потенциал, например, 5 В. На рисунке (в тетради) их будет необходимо соединить плавной линией. Около линии подписать соответствующее значение потенциала.
4. В такой же последовательности отыскать точки, имеющие другие значения потенциалов. Для каждого значения использовать разные цвета.
5. После построения эквипотенциальных линий, построить перпендикулярные к ним силовые линии. Указать их направление.

Задание 2. Изучение магнитного поля

1. Описание работы.

Для изучения магнитного поля можно воспользоваться учебным компьютерным курсом "Открытая физика. Физикон", который содержит в виде отдельных модулей огромное количество интерактивных компьютерных моделей, позволяющих наблюдать на экране компьютера симуляции физических экспериментов, десятки видеозаписей натуральных экспериментов, звуковых пояснений в виде фрагментов лекций.

В этом курсе имеется компьютерная модель, позволяющая пронаблюдать силовые линии магнитного поля, создаваемого проводниками различной формы: прямым, круговым и катушкой (соленоидом). (рис. 3). В работе можно изменять как величину, так и направление тока.

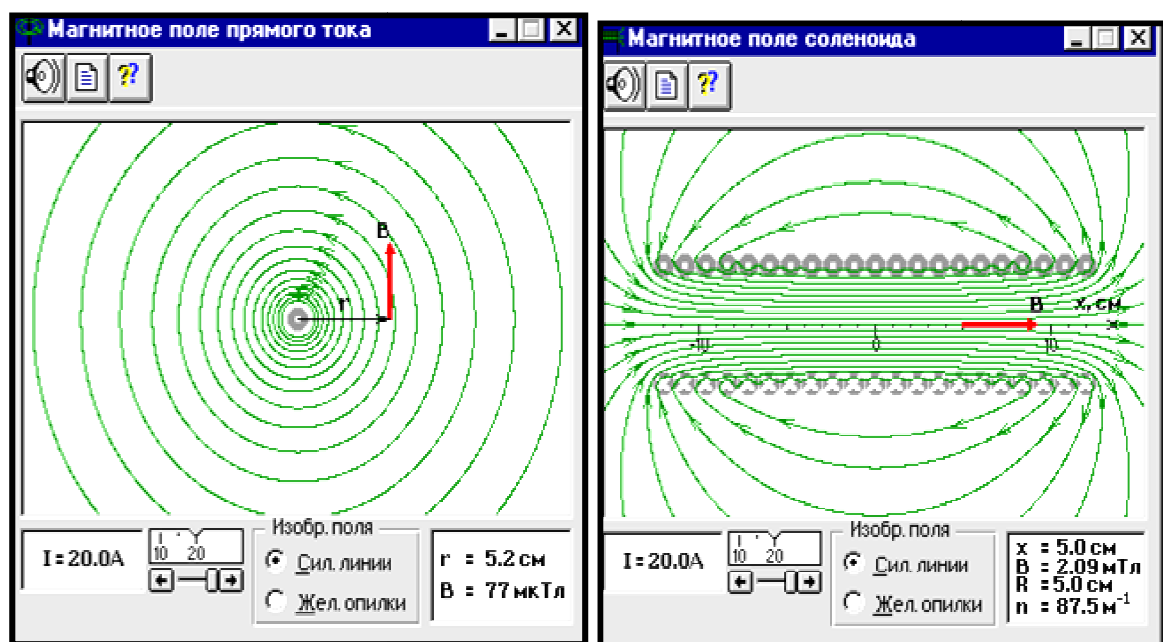


Рис. 3 - Компьютерное моделирование силовых линий магнитного поля

2. Выполнение работы

1. Подготовить в тетради таблицу 1. Запустить диск. Выбрать раздел «Магнитное поле прямого тока».

Таблица 1

Результаты измерений

	$r, \text{ см} =$				
$I_1 = \text{---} A$	$B_1, \text{ Тл}$				
$I_2 = \text{---} A$	$B_2, \text{ Тл}$				
$I_3 = \text{---} A$	$B_3, \text{ Тл}$				

2. С помощью указателя мыши установить необходимое значение силы тока. (по заданию преподавателя).

3. Зарисовать в тетрадь силовые линии магнитного поля прямого провода.

4. Перемещая мышью указатель в виде руки вблизи провода, необходимо нажимать левую кнопку мыши на разных расстояниях r до оси провода (значения r указывает преподаватель).

4. Определить величину вектора магнитной индукции B для трёх заданных значений r . Занести их в таблицу.

5. Изменить значение силы тока и повторить опыт.

6. Выбрать раздел «Магнитное поле кругового тока» и повторить ту же последовательность действий.

7. Выбрать раздел «Магнитное поле соленоида» и аналогично исследовать магнитное поле, созданное катушкой с током.

После выполнения обеих работ студентам предлагается ответить на следующие вопросы:

1. Вокруг чего возникает электростатическое поле? Магнитное поле?

2. Что называют силовой линией электрического поля? Магнитного поля?

3. От чего зависит форма силовых линий электрического поля? магнитного поля?

4. От чего зависит направление силовых линий электрического поля? магнитного поля?

5. От чего зависит плотность силовых линий электрического поля? магнитного поля?

6. Какие величины являются характеристиками электрического поля? Магнитного поля?

7. Что можно сказать про изменение потенциала по мере удаления от электрического заряда? величины индукции магнитного поля по мере удаления от проводника? От чего ещё зависит величина потенциала? напряженности электрического поля? вектора магнитной индукции?

8. Чем отличается вихревое поле от потенциального?

9. Чем отличаются силовые линии электрического поля от силовых линий магнитного поля?

10. Перечислите свойства силовых линий электрического поля, магнитного поля.

Выполнение предложенных экспериментальных заданий и дальнейшая проработка материала с опорой на перечисленные вопросы позволяет студентам глубже вникнуть в учебный материал, осмыслить полученную информацию, усвоить физическую сущность изучаемых вопросов и понять взаимосвязь электрического и магнитного полей. Кроме того, выполняя предложенные задания, студенты приобретают навыки проведения таких мыслительных операций, как сравнительный анализ, моделирование, абстрагирование, которые являются необходимым инструментарием любого специалиста технического профиля.

Литература

1. Зулумханов Д.А. Единый подход к формированию понятий гравитационного, электрического и магнитного полей в школьном курсе физики: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02: - Челябинск, 2000. – 134 с.

Сведения об авторах

Ткачева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры математики и естествознания, Новотроицкий филиал НИТУ «МИСИС». 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8. E-mail: 311146@mail.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИ В ШЛАКЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ДЛЯ ПЕРЕПЛАВКИ МЕТОДОМ ВЫТЕСНЕНИЯ Женин Е.В.	2
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СКРАПОВЫХ БРИКЕТОВ Антропов Р.И.	8
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ВОДОРОДА В ПРОЦЕССЕ КОВШЕВОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ Суббота И.В.	14
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ШЛАКООБРАЗОВАНИЯ Тукешов А.У.	20
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕЖПЛАВОЧНЫХ ПРОСТОЕВ НА УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ Филиппов Е.И.	26

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

UI/UX ИНТЕРФЕЙС ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЛОЖЕНИЯ ЛИСТОВ МЕТАЛЛА Алексеева Л.В., Абдулвелеева Р.Р.	31
УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА Вахлаев А.С., Абдулвелеева Р.Р.	35
ТЕСТИРОВАНИЕ БЭКЭНД-ЧАСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПАРКОВКОЙ Ефимов А.С., Абдулвелеева Р.Р.	38
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА Вахлаев А.С.	41
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФРЕЙМВОРКОВ KIVY И PYQT5 ДЛЯ РАЗРАБОТКИ GUI ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ Средняков А.К.	45
АРХИТЕКТУРА BACK-END ДЛЯ КУЛИНАРНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «МИР РЕЦЕПТОВ» Ржевский С.А., Абдулвелеева Р.Р.	50
РАЗРАБОТКА WEB-ИНТЕРФЕЙСА ПРИЛОЖЕНИЯ «СЕТЬ-МИР РЕЦЕПТОВ» Ковальчук М.В.	54

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МОСТОВЫМ КРАНОМ Белоусов А.О., Белых Д.В.	58
КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ Белых Е.В., Белых Д.В.	60
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ Голубь В.Э., Белых Д.В.	64
РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СКЛАДА НЕЗАВЕРШЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЛПЦ-1 АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ» Леднов А.В., Мурсалимова Д.С.	67
РАЗРАБОТКА ВЕБ-КОНСТРУКТОРА МНЕМОСХЕМ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ Олейниченко В.П.	70
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕДАКТИРОВАНИЯ ДАННЫХ В БАЗАХ ДАННЫХ НА PYTHON С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕК SQLALSCHEMY И PYQT Парфенов М.Д., Филиппов Е.Г.	72
ОБУЧЕНИЕ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ЗАДАЧУ ДЕТЕКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ Прохоров Д.Д., Леднов А.В.	74
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ Леднов А.В., Слинько И.А.	76
ГЕНЕРАТОР АНИМИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ Леднов А.В., Мартемьянова О.А.	79
ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМА В АО «НОВОТРОИЦКИЙ ЗАВОД ХРОМОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ» Алексеев Д.И., Богатова О.Г.	81
ЖАРОПРОЧНЫЙ БЕТОН НА ОСНОВЕ ПРОПАНА И ЕГО ВОЗМОЖНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ В КОНСТРУКЦИИ КОКСОВОЙ БАТАРЕИ Алексеев Д.И., Жиркова Е.С.	84
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУЛЬФИТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХРОМОВОГО ДУБИТЕЛЯ Нефедова Е.В., Петров А.А.	86
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОГНЕУПОРНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ЖАРОПРОЧНОГО БЕТОНА С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ В КЛАДКЕ КОКСОВОЙ БАТАРЕИ Ермуханова Г.М.	88

ВОВЛЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ТЕХНОЛОГИЮ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОПАНТА В УСЛОВИЯХ ООО «ОРЕНБУРГСКИЙ ПРОПАНТ» Алексеев Д.И., Кильдыбаева В.С.	92
--	----

РАССМОТРЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ АБСОРБЕРОВ ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ АММИАКА И ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФАТА АММОНИЯ Кондратьев Л.Г.	95
---	----

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ» Миленина Е.А., Таракин Д.А.	102
---	-----

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БЛОКА ОЧИСТКИ ГАЗОВ ОТ СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ УСТАНОВКИ ВИСБРЕКИНГА ПАО «ОРСКНЕФТЕОРГСИНТЕЗ» Алексеев Д.И., Кувшинов В.В.	105
--	-----

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

ВАСК-END РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СОТРУДНИКОВ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ» Плещёва К.И.	108
--	-----

СОЗДАНИЕ АДАПТИВНОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ FRONT-END- РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УЧЁТА И УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММОЙ СОТРУДНИКОВ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ» Винаева Д.Е.	110
--	-----

ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА Меликова Ш. Р. К.	115
---	-----

СТАЛИНГРАДСКАЯ БИТВА КАК КОРЕННОЙ ПЕРЕЛОМ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ Петров Д.В.	119
---	-----

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ПСИХИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА Ряшина Д.С.	122
---	-----

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «КОНСТРУКТОР ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПЛАНА ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ НФ НИТУ «МИСИС» Ракова Е.Е.	128
---	-----

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ И МАГНИТНОМ ПОЛЕ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ Ткачева И.А.	130
--	-----

Требования к публикации материалов

1) В редакцию предоставляется электронная версия статьи, рецензия на статью, экспертное заключение о возможности опубликования работы в открытой печати, сведения об авторах.

2) Один автор может опубликовать в одном сборнике не более двух статей.

3) Объем статьи не должен превышать 6 полных страниц.

Научные статьи, направляемые для публикации в журнале, должны содержать: УДК, название статьи, список авторов, аннотация (не более 250 печатных знаков), список ключевых слов (не более 5), текст работы, литература (ГОСТ 7.1-2003). Все указанные выше пункты (кроме основного текста и списка литературы) должны быть представлены также и в англоязычном варианте. Электронное письмо с этими документами отправляется одним архивом (.zip) с указанием ФИО одного из авторов с которым и будет взаимодействовать редакция в процессе подготовки статьи к печати.

4) Статью следует набирать в шаблоне, предоставленном в разделе «Наука» на сайте nf.misis.ru

5) Параметры набора: Поля зеркальные, верхнее - 20, нижнее 20, левое 20, правое 25. Шрифт – Times New Roman; размер шрифта – 11 pt; начертание – строчное; межстрочный интервал – одинарный; расстановка переносов – автоматическая; выравнивание текста – по ширине; отступ абзаца – 1 см. Формулы, графики и рисунки оформляются при помощи стандартных средств MS Word.

6) Адрес редакции: 462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, 8. тел.: 8 (3537) 67-97-29. E-mail: nf@misis.ru

Редакция оставляет за собой право не принимать работы, оформленные и представленные с отступлениями от установленных требований.

Наука и производство Урала

№21, 2025

Подписано в печать 29.08.2025. Формат 60×84 1/8. Цифровая печать.
Усл. печ. л. 17,125. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии Издательского центра НФ НИТУ «МИСИС».
462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, 8