



BAITURSYNULY
UNIVERSITY

«АХМЕТ БАЙТҰРСЫНҰЛЫ
АТЫНДАҒЫ ҚОСТАНАЙ Өңірлік
УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ



ҚМПИ ЖАРШЫСЫ

КӨПСАЛАЛЫ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ
МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 2
2025

ISSN 2310-3353



2025 ж., сәуір, №2 (78)
Журнал 2005 ж. қаңтардан бастап шығады
Жылына төрт рет шығады

Құрылтайшы: *Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті*

Бас редактор: *Куанышбаев С.Б.*, география ғылымдарының докторы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ, Қазақстан.

Бас редактордың орынбасары: *Жарлыгасов Ж.Б.*, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ, Қазақстан.

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ

Әлімбаев А.Е., философия докторы (PhD), А.Қ. Құсайынов атындағы Еуразия гуманитарлық институты, Қазақстан.

Балтабаева А.С., Қостанай облысы әкімдігі білім басқармасының «Әдістемелік орталығы» КММ, Қостанай қ., Қазақстан.

Бережнова Е.В., педагогика ғылымдарының докторы, профессор Ресей Федерациясы Сыртқы істер министрлігінің Мәскеу мемлекеттік Халықаралық қатынастар институты (университеті), Ресей.

Емин Атасой, PhD докторы, Улудаг университеті, Бурса қ., Түркия.

Зоя Микниене, докторы, (PhD) Литва денсаулық туралы ғылым университеті, Каунас қ., Литва Республикасы.

Качеев Д.А., философия ғылымдарының кандидаты, тарих магистрі, «Челябі мемлекеттік университеті» ЖББ ФМББМ Қостанай филиалы, Қазақстан.

Ксембаева С.К., педагогика ғылымдарының кандидаты, «Торайғыров университеті» КЕАҚ, Қазақстан.

Лина Анастасова, әлеуметтану ғылымдарының докторы, Бургас еркін университеті, Бургас қ., Болгария.

Медетов Н.А., физика-математика ғылымдарының докторы, «Ш. Уалиханов атындағы Көкшетау университеті» КЕАҚ, Қазақстан.

Мишулина О.В., экономика ғылымдарының докторы, «Челябі мемлекеттік университеті» ЖББ ФМББМ Қостанай филиалы, Қазақстан.

Рахимова Э.Е., «№ 1 мектеп-лицей» КММ мұғалімі, «Үздік педагог-2023 жыл», Қостанай қ., Қазақстан.

Соловьев С.А., биология ғылымдарының докторы, Новосібір мемлекеттік экономика және басқару университеті, Ресей.

Скороходов Д.М., техника ғылымдарының кандидаты, «Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы Мәскеу ауыл шаруашылық академиясы» ЖББ ФМББМ, Ресей.

Скударева Г.Н., педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Мемлекеттік гуманитарлық-технологиялық университетінің ректоры, Орехово-Зуево қ., Ресей

Сычева И.Н., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы Мәскеу ауыл шаруашылық академиясы» ЖББ ФМББМ, Ресей.

Ташев А.Н., экология бойынша биология ғылымдарының кандидаты, орман шаруашылығы университеті, София қ., Болгария.

Уразбоев Г.У., физика-математика ғылымдарының докторы, Ургенч мемлекеттік университеті, Өзбекстан.

Тіркеу туралы куәлік №5452-Ж

Қазақстан Республикасының ақпарат министрлігімен 17.09.2004 берілген.

Мерзімді баспа басылымын қайта есепке алу 07.11.2023 ж.

Жазылу бойынша индексі 74081

Редакцияның мекен-жайы:
110000, Қостанай қ., Байтұрсынов к., 47
(Редакциялық-баспа бөлімі)
Тел.: 8(7142) 51-11-76

© Ахмет Байтұрсынұлы атындағы
Қостанай өңірлік университеті

№2 (78), апрель 2025 г.
Издается с января 2005 года
Выходит 4 раза в год

Учредитель: *Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы*

Главный редактор: *Куанышбаев С.Б.*, доктор географических наук, КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, Казахстан.

Заместитель главного редактора: *Жарлыгасов Ж.Б.*, кандидат сельскохозяйственных наук, КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, Казахстан.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алимбаев А.Е., доктор философии (PhD), Евразийский гуманитарный институт имени А.К.Кусаинова, Казахстан.

Балтабаева А.С., директор КГУ «Методический центр» Управления образования Костанайской области, г. Костанай, Казахстан.

Бережнова Е.В., доктор педагогических наук, профессор, Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации, Россия.

Емин Атасой, доктор PhD, Университет Улудаг, г. Бурса, Турция.

Зоя Микниене, доктор (PhD), Литовский университет наук здоровья, г. Каунас, Республика Литва.

Качеев Д.А., кандидат философских наук, магистр истории, Костанайский филиал ФГБОУ ВО «ЧелГУ», Казахстан.

Ксембаева С.К., кандидат педагогических наук, НАО «Торайгыров университет», Казахстан.

Лина Анастасова, доктор социологии, Бургасский свободный университет, г. Бургас, Болгария.

Медетов Н.А., доктор физико-математических наук, НАО «Кокшетауский университет им. Ш.Уалиханова», Казахстан.

Мишулина О.В., доктор экономических наук, Костанайский филиал ФГБОУ ВО «ЧелГУ», Казахстан.

Рахимова Э.Е., учитель, КГУ «Школа-лицей № 1», «Лучший педагог-2023 года», г. Костанай, Казахстан.

Соловьев С.А., доктор биологических наук, Новосибирский государственный университет экономики и управления, Россия.

Скороходов Д.М., кандидат технических наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия.

Скударева Г.Н., доктор педагогических наук, профессор, ректор Государственного гуманитарно-технологического университета, г. Орехово-Зуево, Россия.

Сычева И.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия.

Ташев А.Н., кандидат биологических наук по экологии, Лесотехнический университет, г. София, Болгария.

Уразбоев Г.У., доктор физико-математических наук, Ургенчский государственный университет, Узбекистан.

Свидетельство о регистрации № 5452-Ж
выдано Министерством информации Республики Казахстан 17.09.2004 г.
Переучёт периодического печатного издания 07.11.2023 г.
Подписной индекс 74081

Адрес редакции:

110000, г. Костанай, ул. Байтұрсынұлы, 47
(Редакционно-издательский отдел)
Тел.: 8(7142) 51-11-76

© Костанайский региональный университет
имени Ахмет Байтұрсынұлы

УДК 608.4

Ибрагимова, С.В.,
к.т.н., ассистент профессора
кафедры электроэнергетики,
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,
г. Костанай, Республика Казахстан
Баннов, И.Г.,
магистрант, РИУ,
г. Рудный, Республика Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ПЕЧЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Аннотация

Несмотря на широкий выбор теплового оборудования, используемого в металлургии, необходимость совершенствования печей и разработки новых методов их управления остаётся актуальной. Модернизация может быть нацелена на снижение энергозатрат, уменьшение себестоимости и увеличение срока службы печей. Проектирование сложных технических систем и вычисление физических полей составляют неотъемлемую часть современных инженерных решений и технологических процессов. Данное исследование направлено на изучение энергетических характеристик электрических печей сопротивления (ЭПС). Проведение математического моделирования тепловых процессов в этих системах играет ключевую роль в повышении их энергоэффективности и улучшении качества промышленного производства.

Ключевые слова: моделирование, распределение, печь сопротивления, тепловое поле, COMSOL.

1 Введение

Тепловое оборудование, используемое в металлургии, включает в себя разнообразные конструкции с различными механизмами нагрева и функциональными возможностями. Однако задача повышения эффективности работы металлургических печей и оптимизации их конструкции остаётся актуальной. Совершенствование таких установок и разработка стратегий управления могут способствовать снижению энергопотребления, сокращению затрат и увеличению срока службы оборудования.

Одним из методов решения этой проблемы является моделирование тепловых и напряжённо-деформированных состояний действующих или проектируемых печей в среде COMSOL. Этот подход позволяет выполнять оптимизационные расчёты на основе заданных технико-экономических критериев. Программный комплекс COMSOL предназначен для автоматизации проектирования и технологической подготовки изделий различной сложности и функционального назначения. Хотя в машиностроении этот инструмент уже используется для оптимального проектирования, в металлургии его потенциал пока задействован ограниченно, что связано с недостаточной проработкой моделей печей.

2 Материалы и методы

В электрических печах сопротивления с прямым нагревом электрический ток проходит непосредственно через нагреваемое изделие. При этом количество тепла, выделяемого при протекании электрического тока определяется по закону Джоуля-Ленца:

В электрических печах сопротивления прямого нагрева электрический ток проходит непосредственно по нагреваемому изделию. При этом количество тепла, выделяемого при протекании электрического тока определяется по закону Джоуля-Ленца:

$$Q = I^2 R * \tau, \quad (1)$$

где Q , Дж – тепло, выделившееся в нагреваемом изделии; τ , сек – время нагрева; I , А – действующее значение тока; R , Ом – активное сопротивление, вычисленное с учетом поверхностного эффекта. В печах этого типа используется как переменный, так и постоянный ток, получаемый от тиристорных преобразователей. Преимущества таких печей: большая скорость нагрева и возможность получения высоких температур (до 2800°C).

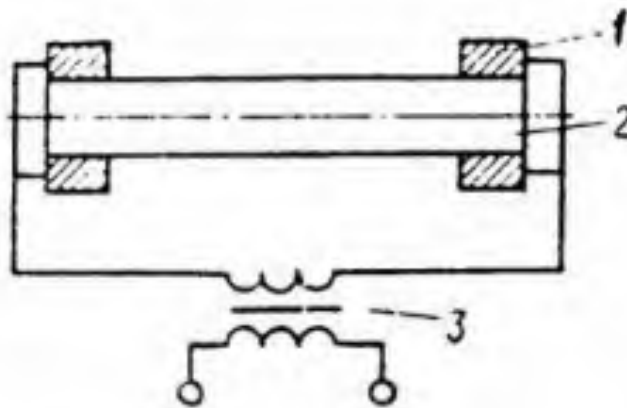


Рис. 1 – Схема печи прямого нагрева

1 – водоохлаждаемые зажимы из бронзы или меди;
2 – нагреваемое изделие; 3 – печной трансформатор

На переменном токе значение КПД и коэффициента мощности печи прямого нагрева $\eta=0,7/0,8$, $\cos\phi=0,8$. Мощность печей прямого нагрева достигает 15000 кВА. Современная область применения – преимущественно спекание изделий, имеющих высокое сопротивление (порошки тугоплавких и редких металлов, графитизация угольных изделий, получение карборунда и т.д.). В традиционных областях использования – нагрев заготовок под ковку и штамповку, отжиг труб и т.п. Следует отметить, что электрические печи прямого нагрева в промышленности вытесняются индукционными, как менее энергозатратными и более производительными. Печи прямого нагрева проектируются и изготавливаются для конкретных технологических процессов и производств. В заводской практике часто встречается необходимость проектирования и изготовления своими силами небольших установок.

В электропечах косвенного нагрева электрическая энергия превращается в тепловую энергию в нагревателях, размещаемых в полу и на стенках рабочей камеры, а затем передается в рабочее пространство посредством теплопроводности, излучения и конвекции нагретой атмосферы. Количество тепла Q (Дж), выделившегося в нагревателях за время τ сек:

$$Q = \sum_1^n I_n^2 R_n \tau = P \tau, \quad (2)$$

где I_n – ток n -го нагревателя, А;
 R_n – сопротивление n -го нагревателя, Ом.
Мощность печи P , кВт:

$$P = \frac{Q}{\tau} \quad (3)$$

Электропечи косвенного нагрева используются для термической и электрохимической обработки изделий, нагрева их под обработку давлением, а также в металлургии легкоплавких металлов и их сплавов. Печи косвенного нагрева подразделяются по рабочей температуре на низкотемпературные – от 600 до 700, среднетемпературные – от 700 до 1350 и высокотемпературные – свыше 1350; по группам технологических процессов на термические и плавильные; по режиму работы на периодические и непрерывного действия – методические. В периодических печах садка загружается в рабочую камеру и нагревается в ней, оставаясь неподвижной. Температура садки определяется температурным полем рабочей

камеры и переменна во времени, изменяясь от температуры загрузки до величины, соответствующей требованиям технологии.

Область применения периодических печей – индивидуальное и мелкосерийное производство. В методических печах садки загружаются в рабочую камеру и передвигаются в ней с одновременным нагревом. Температура рабочей камеры постоянна или изменяется вдоль нее по заданному закону. Температура садок переменна и определяется требованиями технологии. Область применения методических печей – крупносерийное и массовое производство. По конструкции печи периодического действия делятся на камерные, шахтные и колпаковые. Методические печи по типу механизма, передвигающего садки, делятся на конвейерные, толкательные и т.д. Размеры и мощность печей определяется их производительностью (тонн/час) и температурой рабочей камеры. Состав атмосферы рабочей камеры определяется требованиями технологии. При термообработке не ответственных изделий используется воздушная (окислительная) атмосфера. Для защиты деталей от окисления используется инертная (нейтральная) атмосфера – азот, гелий, аргон или вакуум. При восстановлении металлов из окислов и спекании изделий из порошков тугоплавких металлов (вольфрам, молибден, ниобий и т.д.) используется восстановительная атмосфера – водород, азотноводородные и специальные смеси.

При термохимической обработке поверхности деталей – азотировании, цементации, нитроцементации, проводимых с целью получения износостойчивого поверхностного слоя, используются специальные газовые смеси (аммиак, углеводородные газы и т.д.). Для нагрева легкоокисляющихся металлов и их дегазации используются вакуумные печи. Среда в рабочей камере и химические процессы в ней протекающие определяют тип огнеупоров, жароупоров и нагревателей, примененных в печи. Промышленность выпускается широкий ассортимент электрических печей косвенного нагрева.

Электрические печи сопротивления подключаются непосредственно к цеховой электросети 220, 380, 500 В или питаются от специальных понижающих электропечных трансформаторов – однофазных ТПО и ТПОУ и трехфазных ТПТ с первичным напряжением 220 и 380 В. Для управления электрическими печами выпускается серия однозонных щитов управления (ИР, ИЗР, ИЗРП). Щит управления предназначен для дистанционного включения нагревателей, контроля и регулирование температуры одной тепловой зоны электрической печи.

Силовое оборудование щита состоит из трёхполюсного автоматического выключателя для защиты от токов КЗ, а также от возможных перегрузок и трёхполюсного силового контактора. В контрольно-регулирующую часть щита входят: прибор теплового контроля ПТК, промежуточное реле РП, универсальный переключатель для включения нагревателей на ручной или автоматический режим работы, автоматический выключатель для отключения и защиты цепей управления и сигнальные лампы. Щиты различаются:

- по току в главной цепи: 90, 140, 200, 350 А;
- по типу прибора теплового контроля;
- по наличию приборов контроля тока и напряжения;
- по наличию дополнительной аппаратуры для включения электродвигателей вспомогательных механизмов печи и для работы печи с защитной атмосферой.

Щиты изготавливаются в виде шкафов закрытого типа с дверками. При большом количестве регулируемых тепловых зон могут применяться контрольно-распределительные пункты КРП, в которых ставится вся аппаратура управления и теплового контроля.

В качестве исследуемого объекта была выбрана электронагревательная установка прямого действия К-16.

Установка К-16 имеет первичное напряжение 380В, количество ступеней напряжения шесть, частота применяемого переменного тока 50 Гц, род тока – однофазный, система охлаждения трансформаторов водяная, у контактодержателей также водяная, расход охлаж-

дающей воды составляет 540–600 л/ч. Данная установка предназначена для нагрева заготовок диаметром от 45 до 75 мм и длиной от 230 до 600 мм.

Электронагревательная установка К-16 состоит из силового однофазного трансформатора броневоего типа мощностью 300 кВт, смонтированного на нижней раме каркаса. К вторичным виткам трансформатора присоединяются контактные зажимные головки – передняя и задняя. Задняя контактная зажимная головка крепится жестко и соединяется непосредственно с витками. Передняя подвижная зажимная головка соединяется со вторичными витками посредством гибких переходных шин, набранных из медных тонких полос. Обе зажимные головки смонтированы на алюминиевых плитах. Плита задней зажимной головки изолирована от каркаса при помощи текстолитовых прокладок и крепится жестко к нему. Плита передней зажимной головки смонтирована на кронштейнах, которые при помощи осей, закрепленных в нижней раме каркаса, могут поворачиваться, при этом расстояние между кронштейнами изменяется в соответствии с удлинением нагреваемой заготовки. После окончания нагрева заготовки, плита с подвижной зажимной головкой возвращается в исходное положение посредством пружинящего упора. Каждая контактная зажимная головка состоит из подвижной и неподвижной частей. Неподвижные контактодержатели соединены болтами с медным бруском, вмонтированным в алюминиевые плиты. Через медные бруски напряжение подается на нагреваемую заготовку. Подвижный контактодержатель укреплен на массивном штоке. Привод подвижной части контактных зажимных головок пневматический и смонтирован в алюминиевом кронштейне коробчатого сечения. Шток, на котором укреплен подвижный контактодержатель, посредством рычага (с отношением плеч 1:3) соединен с пневматическим цилиндром двойного действия диаметром 200 мм. Нижняя крышка цилиндра шарнирно укреплена в кронштейне. Таким образом, подвижные контактодержатели зажимают заготовку в контактах с усилием 4500 Н. Для разгрузки кронштейна и болтов от столь значительного усилия он дополнительно соединен с плитой стальным стяжным болтом, который воспринимает на себя основную нагрузку при зажатии заготовки в контактах. Нижний и верхний контактодержатели соединены между собой гибкими медными шинами, набранными из тонких полос. Сменные электрические контакты крепятся в контактодержателях при помощи затяжных клиньев. Рабочие плоскости контактодержателей охлаждаются проточной водой. В передней нижней части каркаса установки имеется переключатель.

3–4 Результаты и обсуждения

Для моделирования процессов, происходящих в печи, было использовано программное обеспечение COMSOL Multiphysics. Заданные параметры: установка электронагревательная 1000x1750x1170, нагреваемая заготовка из ст40: D45:75, L230:600, напряжение первичное 380В, вторичное 12,6В, мощность 300кВА, $\cos\phi=0,9$, модули AC/DC Module, Heat Transfer Module.

После ввода всех исходных данных было получено следующее распределение, показанное на рисунке 2.

Результатом расчета программы является графическая модель распределения тепловых полей в камере печи, которая показывает зависимость времени нагрева от диаметра заготовки. На основе полученных вычислений, можно установить следующие параметры:

- максимальная температура данной установки 1200 °С;
- средняя производительность при нагреве до 1200 °С 600 кг/ч;
- расход электроэнергии на нагрев 1 т стали до 1200 °С 300–400 кВт·ч.

Также, исходя из вычислений, можно составить таблицу электрических параметров.

Из результатов наших расчетов можно сделать вывод о качественной адекватности наших тепловых расчетов, что подтверждается как распределением температур, так и изменением температур областей при изменении мощности нагревателей.

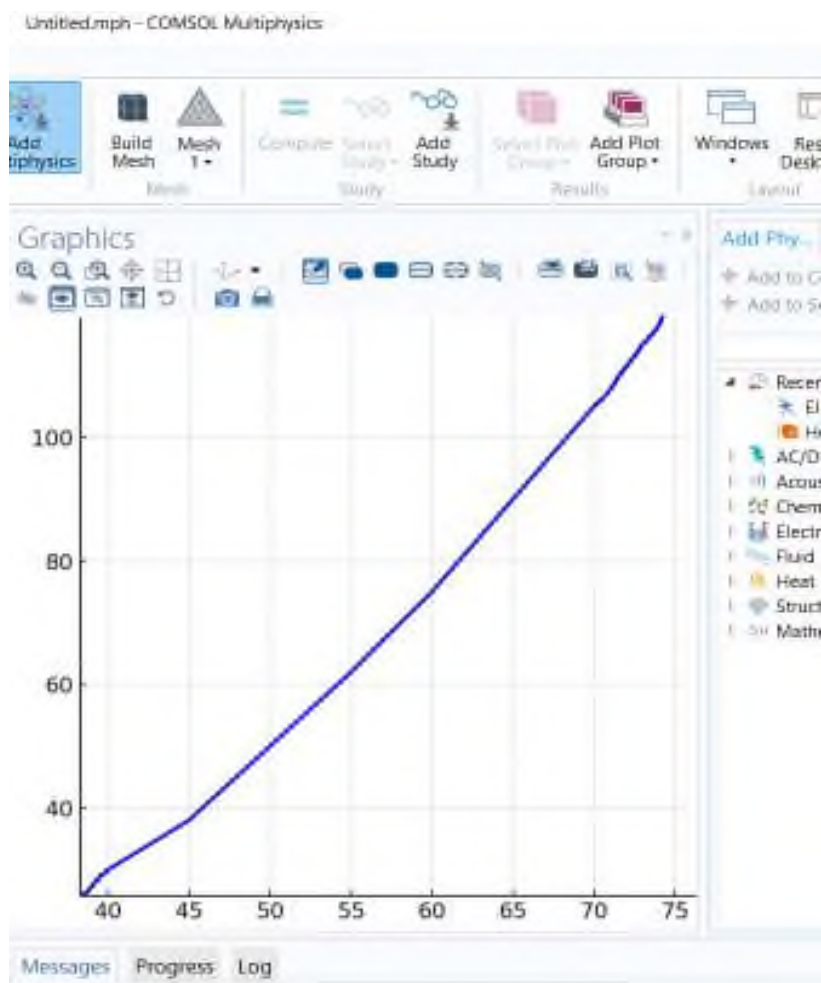


Рис. 2 – Продолжительность нагрева до 1200 °С кузнечных заготовок различных диаметров при скорости выделения тепла в них 6 ккал/с на 100 мм длины

Таблица 1 – Основные электрические параметры установки К-16 при нагреве заготовок до температуры 1200 °С

| D нагреваемой заготовки, мм | L заготовки, мм | Продолжительность нагрева заготовки, сек | Среднее значение вторичного напряжения, В | Среднее значение первичного напряжения, В | Среднее значение первичного тока, А | Мощность, потребляемая из сети, кВт | Кажущаяся мощность, кВт | КПД установки, % | Коэффициент мощности cosφ | Удельный расход электроэнергии, кВт*ч/кг |
|-----------------------------|-----------------|--|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------|---------------------------|--|
| 45 | 500 | 45 | 7,0 | 345 | 470 | 147 | 162 | 78,7 | 0,809 | 0,294 |
| 45 | 385 | 42 | 5,4 | 350 | 408 | 124,4 | 142,8 | 77,2 | 0,871 | 0,302 |
| 45 | 500 | 35 | 8,0 | 335 | 681 | 190 | 228 | 78,4 | 0,834 | 0,297 |
| 52 | 500 | 60 | 6,6 | 341 | 549 | 157 | 187 | 74,5 | 0,864 | 0,314 |
| 52 | 390 | 55 | 5,4 | 353 | 460,8 | 131 | 163 | 75,1 | 0,804 | 0,308 |
| 60 | 230 | 60 | 3,65 | 357 | 471 | 124 | 168 | 57,5 | 0,74 | 0,405 |
| 70 | 385 | 100 | 4,6 | 345,4 | 557,2 | 144,4 | 192 | 60,8 | 0,759 | 0,380 |
| 70 | 230 | 87 | 3,64 | 350 | 490,7 | 127 | 172 | 53,3 | 0,732 | 0,440 |

5 Выводы

Разработана модель печи сопротивления, в рамках которой проведены глубокие анализы и расчеты стационарных тепловых полей при различных обрабатываемых деталях. Благодаря высокой точности и достоверности расчетов, представленных в работе, открывается возможность применения передовых инструментов программного пакета COMSOL для автоматического выявления оптимальных вариантов конструкции и технологических решений.

Список литературы

- 1 Чердовских П.П. Исследование распределения электрического тока в ванне дуговой сталеплавильной печи на металлических моделях // Известия вузов, Энергетика. – 1962. – № 6.
- 2 Чердовских П.П. Моделирование распределения электрического тока в ванне металла сталеплавильной печи большой емкости // Доклады четвертой межвузовской конференции по применению физического и математического моделирования в различных отраслях техники. – Сборник № 1. – М.: Московский энергетический институт, 1962.
- 3 Марков Н.А., Чердовских П.П. Распределение электрического тока в ванне дуговой печи. – 1966.
- 4 Расчет нагревателей электрических печей сопротивления / И.А. Фельдман [и др.]. – М.: Энергия, 1966. – 104 с.
- 5 Свенчанский А.Д. Электрические печи сопротивления / А.Д. Свенчанский. – М.: Энергия, 1975. – 384 с.
- 6 Гутман М.Б., Кацевич Л.С., Лейканд М.С. Электрические печи сопротивления и дуговые печи. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 360 с.
- 7 Теплообмен излучением в системах с лучепрозрачной средой / В.Ф. Присняков [и др.]. – Днепропетровск: ДГУ, 1998. – 240 с.
- 8 Металлургические печи. Теория и расчеты: Учебник. В 2 т. Т.2 / В.И. Губинский [и др.]; под общ. ред. В.И. Тимошпольского, В.И. Губинского. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 832 с.
- 9 Темеров А.А., Михайлов Д.А. Исследование качества алюминиевых сплавов, получаемых в миксере с комбинированным нагревом / А.А. Темеров // Вестник ВГТУ. – Воронеж, 2009. – Т.5, № 11.
- 10 Киселев Е.В. Электрические печи сопротивления: учеб. пособие / Е.В. Киселев, В.Б. Кутын, В.И. Матюхин. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2010. – 78 с.
- 11 Михайлов Д.А., Темеров А.А., Видин Ю.В. Исследование энергетических характеристик электронагревателя горячая подина / Д.А. Михайлов // Вестник ВГТУ. – Воронеж, 2010. – Т. 6, № 9.
- 12 Темеров А.А., Тимофеев В.Н., Михайлов Д.А. К вопросу применения систем комбинированного нагрева в электрических миксерах для приготовления алюминиевых сплавов / А. А. Темеров // Вестник ВГТУ. – Воронеж, 2010. – Т. 6. – С. 155–159.
- 13 Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 448 с.
- 14 Михайлов К.А. Особенности эксплуатации электронагревателей в электрических миксерах и внепечных установках / Сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К.Э. Циолковского. – Красноярск, 2012.
- 15 Моделирование в электроэнергетике: учебное пособие/ М.А. Мастепаненко, И.Н. Воронников, И.К. Шарипов, С.В. Аникуев. — Ставрополь: АГРУС, 2018. – С. 100–105.
- 16 Ибрагимова С.В. Электрические сети и системы. Учебное пособие для студентов технических специальностей. – Алматы: Newbook, 2020. – 160 с.

ИБРАГИМОВА, С.В., БАННОВ, И.Г.

КЕДЕРГІ ПЕШТЕРДІҢ ЖҰМЫС ТӘРТІБІН МОДЕЛЬДЕУЕ АРНАЛҒАН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КЕШЕНДЕРДІ ҚОЛДАНУ

Металлургияда қолданылатын жылу жабдықтарының кең түріне қарамастан, пештерді үнемі жетілдіру және басқарудың жаңа әдістерін әзірлеу өзектілігін жоғалтпайды. Пештерді жаңғырту энергияны үнемдеуге, шығындарды азайтуға және олардың қызмет ету мерзімін ұзартуға бағытталуы мүмкін. Күрделі техникалық жабдықтардың егжей-тегжейлі модельдерін құру және физикалық өрістерді есептеу Қазіргі заманғы дизайн мен технологиялық тәжірибенің ажырамас бөлігі болып табылады. Бұл зерттеудің мақсаты электрлік кедергі пештерінің (EPS)

энергетикалық сипаттамаларын талдау болып табылады. Бұл жүйелердегі жылу процестерін математикалық модельдеу энергия тиімділігін арттыруға және өнеркәсіптік өндіріс сапасын жақсартуға бағытталған маңызды міндет болып табылады.

Түйінді сөздер: модельдеу, кедергі неші, жылу өрісі, тарату, COMSOL.

IBRAGIMOVA, S.V., BANNOV, I.G.

APPLICATION OF SOFTWARE COMPLEXES FOR MODELING OF RESISTANCE FURNACE OPERATION MODE

Despite the wide variety of thermal equipment used in metallurgy, the continuous improvement of furnaces and the development of advanced control methods remain highly relevant. These improvements focus on energy conservation, cost reduction, and extending furnace service life. Developing detailed models of complex technical systems and performing physical field calculations have become essential components of modern design and engineering practices. This study aims to analyze the energy performance of electric resistance furnaces (ERFs). Mathematical modeling of thermal processes within these systems plays a crucial role in enhancing energy efficiency and improving the overall quality of industrial production.

Key words: modeling, distribution, resistance furnace, thermal field, COMSOL.

Сведения об авторах:

Баннов Илья Геннадьевич – магистрант, Высшая школа энергетических информационных систем, электроэнергетики и теплоэнергетики, Рудненский индустриальный университет, г. Рудный, Республика Казахстан.

Ибрагимова Светлана Викторовна – кандидат технических наук, ассистент профессора, кафедра электроэнергетики, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г.Костанай, Республика Казахстан.

Баннов Илья Геннадьевич – магистранты, энергетикалық ақпараттық жүйелер, электр энергетикасы және жылу энергетикасы жоғары мектебі, Рудный индустриялық университеті, Рудный қ., Қазақстан Республикасы.

Ибрагимова Светлана Викторовна – техника ғылымдарының кандидаты, профессор ассистенті, Электр энергетикасы кафедрасы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Bannov Ilya Gennadiyevich – Master's student, Higher School of Power Engineering and Information Systems, Electric Power Engineering and Thermal Engineering, Rudny Industrial University, Rudny, Republic of Kazakhstan.

Ibragimova Svetlana Viktorovna – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of electric power engineering, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

УДК 372.8

Колесников, С.С.,
студент бакалавриата 4 курса,
ОП «6В01510 – Информатика, робототехника
и проектирование»,
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,
г. Костанай, Республика Казахстан

ОБУЧЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ГРАМОТНОСТИ ЧЕРЕЗ ИГРУ: ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С МЛАДШИМИ ШКОЛЬНИКАМИ

Аннотация

Статья посвящена методическим основам обучения цифровой грамотности учащихся 2-го класса через игровые задания на основе Scratch. В

МАЗМҰНЫ

ГУМАНИТАРЛЫҚ ЖӘНЕ ӨНЕР ҒЫЛЫМДАРЫ

| | |
|---|----|
| <i>Исова Э.А., Амиргалиева Е.С.</i> Халел Досмұхамедұлының педагогикалық көзқарасы | 3 |
| <i>Қожанұлы М.</i> Қазағы бар да, Мұқағали әлемі биіктей береді | 9 |
| <i>Қожанұлы М.</i> Поэзияда шекара жоқ | 17 |
| <i>Мырзағалиева К.М., Артықбай И.Б.</i> Иmandылық ирімдері..... | 26 |
| <i>Сегизбаева К.К., Ильясова А.А.</i> Кейіпкер бейнесін жасаудың лексикалық құралдары прозада А. Куприна..... | 32 |
| <i>Толегенова Р.К.</i> Сауле Досжанның «Әйел – тұтқын болғанда» повесіндегі отбасылық қақтығыс | 38 |

ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ

| | |
|--|----|
| <i>Алимбаев А.А., Юрк О.С.</i> Еркін алгебралардың автоморфизмі мысалында мәселелік бағдарлық әдісті | 43 |
| <i>Бейшов Р.С., Жүнісбеков Н.Е.</i> Қостанай облысындағы медициналық түймедақ (<i>matricaria recutita</i>) өсімдігінен анықталған биологиялық белсенді қосылыстардың медициналық қолдану әлеуетін талдау | 48 |
| <i>Брагина Т.М., Забашта М.А., Сатмухамбетова Г.А.</i> Қостанай облысында қан соратын масалардың түрлеріне (<i>diptera: culicidae</i>) | 53 |
| <i>Брагина Т.М., Попов А.В.</i> 2024 жылдың жазында Убаған өзені және Тобол өзеніндегі балық аулауын салыстырмалы талдау Тобол-Ешім араласу | 59 |
| <i>Сұлтанғазина Г.Ж., Артемчук А.В.</i> Қостанай облысы Сарыкөл ауданының флорасына толықтырулар | 65 |
| <i>Сұлтанғазина Г.Ж., Муратова А.М.</i> Қостанай облысы Қарасу ауданы флорасының тіршілік формаларын талдау..... | 70 |
| <i>Сұлтанғазина Г.Ж., Муратова А.М.</i> Қостанай облысы Қарасу ауданының флорасын зерттеу | 76 |
| <i>Сұлтанғазина Г.Ж., Оджахвердиева С.В.</i> Қостанай қаласы және оның төңірлерінің урбанофлорасына экологиялық-ценоздық талдау | 83 |
| <i>Тастанов М.Г., Жарлыгасова Э.З.</i> Жазықтықтың ϵ –айналасына түскенге дейін «сфералармен адасу» қадамдарының орташа саны | 88 |
| <i>Тастанов М.Г., Нургельдина А.Е.</i> Монте-Карло әдістерінің схемасы..... | 94 |

ИНЖИНИРИНГ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ

| | |
|---|-----|
| <i>Амантаев М.А., Золотухин Е.А., Славов В., Орлов П.С.</i> Контактілі 3d сканалеу әдісімен жоғары дәлдікті 3d-модельдерді жасау және алынған деректерді кері инжиниринг технологиясында пайдалану перективалары..... | 100 |
| <i>Ерсултанова З.С., Жаңабай А.Қ., Ерсултанова З.С.</i> Информатика пәнін оқытуда мобильдік қосымшаны жасау және қолдану | 107 |
| <i>Ибрагимова С.В., Баннов И.Г.</i> Қарсылысты пештердің жұмыс режимін симуляциялау үшін бағдарламалық құрамдық кешендерді қолдану..... | 115 |
| <i>Колесников С.С.</i> Әтінді және көрініс бағдарламаларды пайдаланатын оқу беру үшін мобильді қосымшаларды әзірлеу үрдісін зерттеу..... | 121 |
| <i>Кравченко Р.И., Амантаев, М.А., Останин В.А., Гафурбаев В.Г.</i> Автокөліктердің дизельді қозғалтқышына арналған қуат жүйесінің сенімділігіне жағдайлардың ықпалының заңдылықтарын пайдалану | 127 |
| <i>Ребик А.А.</i> Мәтінді және көрініс бағдарламаларды пайдаланатын білім беру үшін мобильді қосымшаларды әзірлеу процесін зерттеу..... | 135 |

Саидов А.М., Калитка Д.А., Балгужинова Ж.Е., Раисова Ж.Х. Қазіргі цифрлық шешімдер және олардың білім беру процесін басқаруға әсері 141

Саидов А.М., Калитка Д.А., Балгужинова Ж.Е., Раисова Ж.Х. Сандық технологиялар және университет педагогикасы: жаңа мүмкіндіктер мен қиындықтар..... 147

Тастанов М.Ғ., Туктубаева С.А. Сандық дәуірдегі проблемаға бағытталған оқыту: технологиялар, кейстер мен перспективалар 152

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Бейшов Р.С., Каримова А.К. Микросателитті днк-маркерлердің негізіндегі герефорд тұқымды ірі қара малдың генетикалық полиморфизмі..... 159

ӘЛЕУМЕТТІК ҒЫЛЫМДАР

Дамбаулова Г.К., Мұхаметқали Р.З., Молдағалиева Н.Д. Тиімділіктің негізгі көрсеткіштері: принциптер, қолдану және болашақ тенденциялар..... 176

Медиева А.Р. Қазақстан және әлемдегі Олимпиадалық қозғалыстың даму тенденциялары мен болашағы 182

Мұқатаева Ж.М., Кушурова А.А. Мазасыздық және оның оқушылардың үлгерімімен байланыс 194

Тастанов М.Ғ., Қурманғалиева А.А. Материалды қабылдауды жақсарту үшін clil-де scaffolding қолдану..... 199

Шагаева Д.С. Қазақстан Республикасында сот төрелігін жүзеге асыру саласындағы заңдылық пен әділдікті қамтамасыз ету мәселері 206

Шагаева Д.С. Судьялардың құқықтық санасы және құқықтық мәдениеті 210

АВТОРЛАРДЫҢ НАЗАРЫНА 215

СОДЕРЖАНИЕ

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ И ИСКУССТВО

| | |
|---|----|
| <i>Исова Э.А., Амиргалиева Е.С.</i> Педагогическое видение Халела Досмухамедовича | 3 |
| <i>Кожанулы М.</i> Облик мировоззрения мир Мукагали | 9 |
| <i>Кожанулы М.</i> Поэзия не имеет границ... .. | 17 |
| <i>Мырзагалиева К.М., Артықбай И.Б.</i> Нравственные наклонности | 26 |
| <i>Сегизбаева К.К., Ильясова А.А.</i> Лексические средства создания образа героя в прозе А. Куприна | 32 |
| <i>Толегенова Р.К.</i> Семейный конфликт в повести Сауле Досжан «Когда женщина – заложница» | 38 |

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

| | |
|---|----|
| <i>Алимбаев А.А., Юрк О.С.</i> Применение проблемно-ориентированного метода на примере автоморфизмов свободных алгебр | 43 |
| <i>Бейшов Р.С., Жүнісбеков Н.Е.</i> Анализ медицинского потенциала биологически активных соединений, выявленных в лекарственной ромашке (<i>matricaria recutita</i>), произрастающей в Костанайской области | 48 |
| <i>Брагина Т.М., Забашта М.А., Сатмухамбетова Г.А.</i> К видовому разнообразию кровососущих комаров (diptera: culicidae) Костанайской области | 53 |
| <i>Брагина Т.М., Попов А.В.</i> Сравнительный анализ уловов рыб в реке Убаган и реке Тобол в летний период 2024 года в пределах Тобол-Ишимского междуречья | 59 |
| <i>Султангазина Г.Ж., Артемчук А.В.</i> Дополнения к флоре Сарыкольского района Костанайской области | 65 |
| <i>Султангазина Г.Ж., Муратова А.М.</i> Анализ жизненных форм растений во флоре Карасуского района Костанайской области | 70 |
| <i>Султангазина Г.Ж., Муратова А.М.</i> Исследование флоры Карасуского района Костанайской области | 76 |
| <i>Султангазина Г.Ж., Оджахвердиева С.В.</i> Эколого-ценотический анализ урбанofлоры города Костанай и его окрестностей | 83 |
| <i>Тастанов М.Г., Жарлыгасова Э.З.</i> Среднее число шагов «блуждания по сферам» до попадания в ϵ —окрестность плоскости | 88 |
| <i>Тастанов М.Г., Нургельдина А.Е.</i> Схема методов Монте-Карло | 94 |

ИНЖИНИРИНГ И ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|--|-----|
| <i>Амантаев М.А., Золотухин Е.А., Славов В., Орлов П.С.</i> Создание высокоточных 3d-моделей методом контактного 3d-сканирования и перспективы использования полученных данных в технологии реверсивного инжиниринга | 100 |
| <i>Ерсултанова З.С., Жаңабай А.Қ., Ерсултанова З.С.</i> Создание и использование мобильных приложений в обучении информатике | 107 |
| <i>Ибрагимова С.В., Баннов И.Г.</i> Применение программных комплексов для моделирования режима работы печей сопротивления | 115 |
| <i>Колесников С.С.</i> Обучение цифровой грамотности через игру: особенности работы с младшими школьниками | 120 |
| <i>Кравченко Р.И., Амантаев, М.А., Останин В.А., Гафурбаев В.Г.</i> Использование закономерностей влияния условий на надежность системы питания автомобилей с дизельным двигателем | 127 |
| <i>Ребик А.А.</i> Изучение процесса разработки учебных мобильных приложений с помощью текстового и визуального программирования | 135 |

Саидов А.М., Калитка Д.А., Балгужина Ж.Е., Раисова Ж.Х. Современные цифровые решения и их влияние на управление образовательным процессом 141

Саидов А.М., Калитка Д.А., Балгужина Ж.Е., Раисова Ж.Х. Цифровые технологии и университетская педагогика: новые возможности и вызовы 147

Тастанов М.Г., Туктубаева С.А. Проблемно-ориентированное обучение в цифровую эпоху: технологии, кейсы и перспективы..... 152

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ, ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Бейшов Р.С., Каримова А.К. Генетический полиморфизм герефордского скота на основе микросателлитных днк-маркеров 159

СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ

Дамбаулова Г.К., Мұхаметқали Р.З., Молдағалиева Н.Д. Ключевые показатели эффективности: принципы, применение и будущие тенденции 176

Медиева А.Р. Казахстан и мир: тенденции развития Олимпиадного движения и его будущее 182

Мұқатаева Ж.М., Кушурова А.А. Тревожность и ее связь с успеваемостью школьников 194

Тастанов М.Ф., Курманғалиева А.А. Использование scaffolding в clil для улучшения восприятия материала..... 199

Шагаева Д.С. Проблемы обеспечения законности и справедливости в сфере осуществления правосудия в Республике Казахстан 206

Шагаева Д.С. Правосознание и правовая культура судей 210

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ..... 218

CONTENT

HUMANITIES AND ARTS

| | |
|---|----|
| <i>Isova E.A., Amirgalieva E.S.</i> Pedagogical vision of khalel dosmukhamedovich | 3 |
| <i>Kozhanuly M.</i> The countenance of the world conception of Mukagali | 9 |
| <i>Kozhanuly M.</i> Poetry has no borders... .. | 17 |
| <i>Myrzagalieva K.M., Artykbay I.B.</i> Irises of morality | 26 |
| <i>Segizbayeva K.K., Ilyasova A.A.</i> Lexical means of creating an image of a hero in the prose of A. Kuprin | 32 |
| <i>Tolegenova R.K.</i> Family conflict in Saule Doszhan's novel «When a woman is a hostage» | 38 |

NATURAL SCIENCES

| | |
|--|----|
| <i>Alimbayev A.A., Yurk O.S.</i> Application of the problem-oriented method on the example of automorphisms of free algebras | 43 |
| <i>Beishov R.S., Zhunisbekov N.Y.</i> Analysis of the medical potential of bioactive compounds identified in chamomile (<i>matricaria recutita</i>) growing in the Kostanay region | 48 |
| <i>Bragina T. M., Zabashta M.V., Satmukhambetova G.A.</i> About the species diversity of blood-sucking mosquitoes (diptera: culicidae) of the Kostanay region | 53 |
| <i>Bragina T. M., Popov A.V.</i> Comparative analysis of fish catches in the Ubagan river and the Tobol river in the summer of 2024 within the Tobol-Ishim interriver area..... | 59 |
| <i>Sultangazina G.Zh., Artemchuk A.V.</i> Additions to the Sarykol district flora of the Kostanay region | 65 |
| <i>Sultangazina G.Zh., Muratova A.M.</i> Analysis of the life forms of the flora of the Karasu district of the Kostanay region | 70 |
| <i>Sultangazina G.Zh., Muratova A.M.</i> Study of the flora of the Karasu district of the Kostanay region | 76 |
| <i>Sultangazina G.Zh., Odzhakhverdiyeva S.V.</i> Ecological-coenotic analysis of the urban flora of Kostanay and its outskirts | 83 |
| <i>Tastanov M.G., Zharlygassova E.Z.</i> The average number of the "floating random walk" steps before entering the ε - neighborhood of the plane | 88 |
| <i>Tastanov M.G., Nurgeldina A.Y.</i> Monte-Carlo methods scheme..... | 94 |

ENGINEERING AND TECHNOLOGY

| | |
|--|-----|
| <i>Amantayev M.A., Zolotukhin YE.A., Slavov V., Orlov P.S.</i> Creation of high-precision 3d models by contact method of 3d-scanning and prospects for using the obtained data in reverse engineering technology | 100 |
| <i>Yersultanova Z. S., Zhanabay A.K., Yersultanova Z. S.</i> Creation and use of mobile application in teaching computer science | 107 |
| <i>Ibragimova S.V., Bannov I.G.</i> Application of software complexes for modeling of resistance furnace operation mode..... | 115 |
| <i>Kolesnikov S.S.</i> Teaching digital literacy through games: features of working with primary school children | 120 |
| <i>Kravchenko R.I., Amantaev M.A., Ostanin V.A., Gafurbaev V.G.</i> Application of patterns of environmental conditions' influence on the reliability of the fuel system in diesel engine vehicles..... | 127 |
| <i>Rebik A.A.</i> Studying the process of developing educational mobile applications using text and visual programming | 135 |
| <i>Saidov A.M., Kalitka D.A., Balguzhinova Zh.E., Raisova Zh.Kh.</i> Modern digital solutions and their impact on educational process management..... | 141 |

| | |
|--|-----|
| <i>Saidov A.M., Kalitka D.A., Balguzhinova Zh.E., Raisova Zh.Kh.</i> Digital technologies and university pedagogy: new opportunities and challenges..... | 147 |
| <i>Tastanov M.G., Tuktubayeva S.A.</i> Problem-based learning in the digital era: technologies, cases, and prospects | 152 |
| AGRICULTURAL, VETERINARY SCIENCES | |
| <i>Beishov R.S., Karimova A.K.</i> Genetic polymorphism of hereford cattle based on microsatellite dna markers | 159 |
| SOCIAL SCIENCES | |
| <i>Dambaulova G.K., Mukhametkali R.Z., Moldagaliyeva N.D.</i> Key performance indicators: principles, application and future trends | 176 |
| <i>Mediyeva A.R.</i> Trends and future of the Olympiad movement in kazakhstan and the world..... | 182 |
| <i>Mukatayeva Z.M., Kushurova A.A.</i> Anxiety and its relationship with academic performance in schoolchildren | 194 |
| <i>Tastanov M.G., Kurmangaliyeva, A.A.</i> Using scaffolding in clil to improve material comprehension | 199 |
| <i>Shagayeva D.S.</i> Problems of ensuring legality and justice in the sphere of administration of justice in the Republic of Kazakhstan..... | 206 |
| <i>Shagayeva D.S.</i> Judicial awareness and culture of judges | 210 |
| INFORMATION FOR AUTHORS | 221 |

Редактор, корректор: *А. Симонова*
Корректорлар: *Б. Сыздыкова, Т. Цай*
Компьютерлік беттеу: *С. Красикова, И. Милокумова*

Редактор, корректор: *А. Симонова*
Корректоры: *Б. Сыздыкова, Т. Цай*
Компьютерная верстка: *С. Красикова, И. Милокумова*

Басуға 09.04.2025 ж. берілді.
Пішімі 60x84/8. Көлемі 17,5 б.т.
Тапсырыс № 060

Подписано в печать 09.04.2025 г.
Формат 60x84/8. Объем 17,5 п.л.
Заказ № 060

Ахмете Байтұрсынұлы атындағы
Қостанай өңірлік университетіндегі
редакциялық-баспа бөлімінде басылған
Қостанай қ., Байтұрсынов к., 47

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
Костанайского регионального университета
имени Ахмет Байтұрсынұлы
г. Костанай, ул. Байтұрсынова, 47