

УДК 636.4.033

UDC 636.4.033

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МОЛОЧНОГО СЕПАРАТОРА

AUTOMATION OF MILK SEPARATOR PERFORMANCE CALCULATION

Туманова Марина Ивановна
к.т.н., доцент
Scopus Author ID: 676 203
РИНЦ SPIN-код: 1927-7090
tumanova-kgau@mail.ru
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина 13

Tumanova Marina Ivanovna
Cand.Tech.Sci., docent
Scopus Author ID: 676 203
RSCI SPIN-code: 1927-7090
tumanova-kgau@mail.ru
Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Фролов Юрий Владимирович
Студент
frolovu301@gmail.com
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина 13

Frolov Yuri Vladimirovich
Student
frolovu301@gmail.com
Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Продукция молочного животноводства необходима в составе рациона человека для поддержания его здоровья и работоспособности. Так как молочные продукты содержат кальций, магний, цинк, белки и аминокислоты. Краснодарский край один из лидеров по производству и переработки молока в России. Создание отечественного технологического оборудования для переработки молока, такого как сепаратор важно в условиях импортозамещения. В настоящее время для совершенствования процесса проектирования технологического оборудования, расчета его основных технических характеристик и параметров применяют цифровые технологии с использованием различных языков программирования и автоматизацию расчетов, которые позволяют решить вопрос ресурсосбережения предприятия, а также значительно повысить точность получаемой информации. Python - универсальный язык программирования с обширной библиотекой, и обладающий кроссплатформенностью. В данной статье рассматривается вопрос разработки программы для расчета производительности проектируемого сепаратора посредством возможностей языка программирования Python

Dairy products are necessary in the human diet to maintain health and performance. Since dairy products contain calcium, magnesium, zinc, proteins and amino acids. Krasnodar Krai is one of the leaders in milk production and processing in Russia. The creation of domestic technological equipment for milk processing, such as a separator, is important in the context of import substitution. Currently, to improve the process of designing technological equipment, calculating its main technical characteristics and parameters, digital technologies are used using various programming languages and automation of calculations, which allow solving the issue of resource saving of the enterprise, as well as significantly increasing the accuracy of the information received. Python is a universal programming language with an extensive library and cross-platform. This article discusses the issue of developing a program for calculating the performance of the designed separator using the capabilities of the Python programming language

Ключевые слова: МОЛОКО, ПРОГРАММА, РАСЧЕТ, МЕТОДИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, СЕПАРАТОР, ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Keywords: BEETS, CALCULATION, MACHINE, POWER, ROOT CUTTING, ANALYSIS, DIET, ANIMAL

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-205-033>

Введение. Для поддержания жизненно-важных показателей, обеспечивающих здоровье человека, а также его активную деятельность необходимо употребление в питание витаминов, белков и минералов, которые содержатся в молочных продуктах питания. Задача агропромышленного комплекса края наладить производство молока в объеме, необходимом для обеспечения каждого человека. По статистическим данным, структура производства молока в Краснодарском крае по состоянию на 1 июня 2023 года имеет вид (рисунок 1).

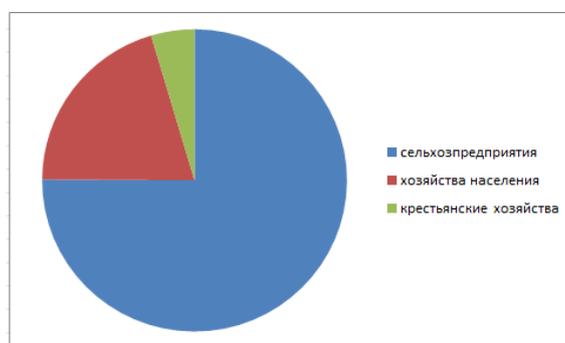


Рисунок 1 - Структура производства молока в Краснодарском крае

По суточному удою молока лидирует Калининский, Каневской, Тбилисский районы (рисунок 2). Ежегодно в бюджете края планируется более 1 миллиарда рублей производителям молока.

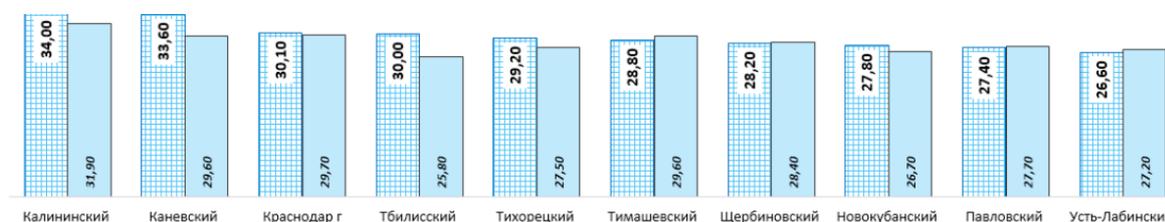


Рисунок 2- Районы-лидеры Краснодарского края по суточному удою молока по состоянию на 03.12.2024 года, кг

Производителями молока в Краснодарском крае являются крупные молочные комплексы, такие как Кропоткинский Молочный Комбинат. А

также значительным объемом продукции поставляют крестьянско-фермерские и личные подсобные хозяйства. В связи требованием увеличения объемов производства для повышения производительности труда активно в хозяйствах края идет применение программных продуктов при автоматизации технологических процессов доения и переработки молока. В настоящее время имеют широкое применение во всех хозяйствах края, особенно на крупных животноводческих комплексах с целью повысить рентабельность животноводческого предприятия для обеспечения продуктами животноводства населения края и России. А также цифровые технологии позволяют более четко структурировать организационные схемы работы животноводческого предприятия.

Цель цифровизации животноводства поднять на более высокий уровень экономические параметры производства: прибыль, количество поставляемой продукции, при снижении удельных затрат ресурсов. Цифровые технологии активно внедряются в автоматизированных системах анализа и учета, в технологических процессах еще на этапе проектирования и закупки технологического оборудования. На этапе проектирования проводятся исследования и расчеты, которые позволят в дальнейшем решить вопрос ресурсосбережения и рентабельности предприятия. Язык программирования Python широко используется разработчиками программ при автоматизации различных задач, потому что он обладает многими возможностями (рисунок 3).

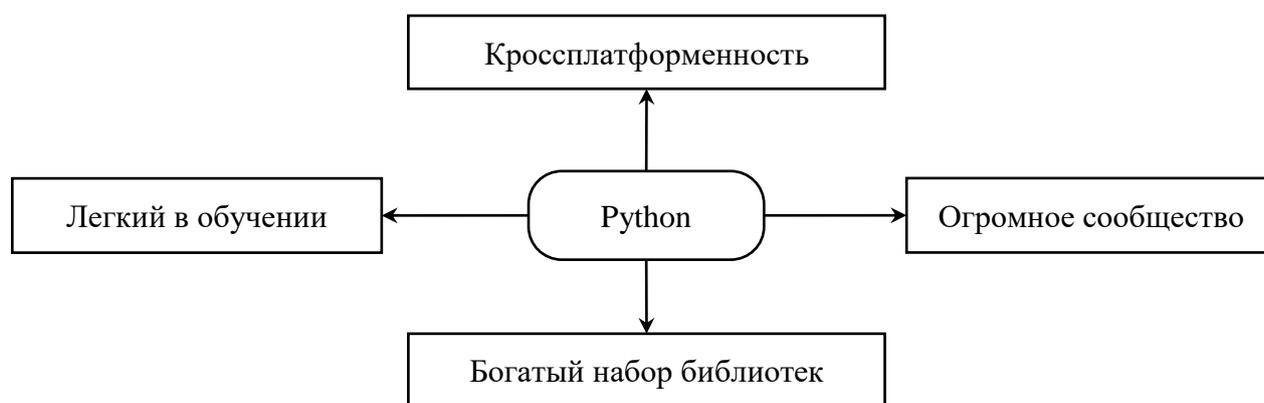


Рисунок 3- Возможности языка программирования Python

Рабочая гипотеза – совершенствование теоретического исследования рабочего процесса молочного сепаратора путем использования ПЭВМ при расчете его теоретической производительности.

Цель исследования – разработать программу на языке программирования Python, с подключением библиотек Tkinter, matplotlib.

Задачи исследования:

– разработать блок-схему для расчета теоретической производительности молочного сепаратора;

– разработать программу на языке программирования Python для расчета теоретической производительности молочного сепаратора с применением библиотек Tkinter, matplotlib.

Методика расчета. Скорость протекания процесса сепарации в тарельчатых сепараторах, а также полнота отделения жира во много определяют качество сливок и обезжиренную часть молока продуктов, получаемых при разделении молока. Кроме этого, идет процесс очистки молока, от грязи, слизи и соматических клеток, собирающихся в камере барабана (Рисунок 4).

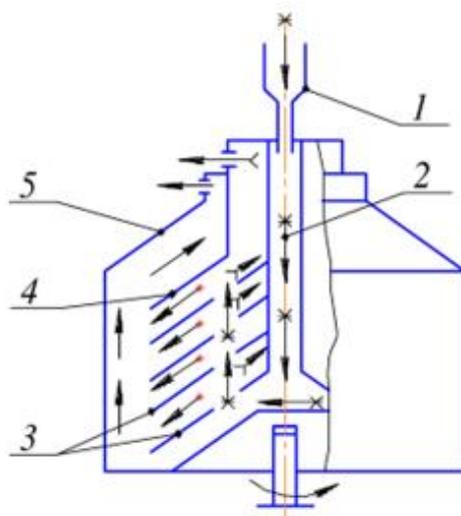


Рисунок 4 – Схема барабана тарельчатого сепаратора: 1– питательная трубка; 2 – тарелкодержатель; 3 – тарелка; 4 – разделительная тарелка; 5 – барабан

При исследовании процесса сепарации, с целью проектирования нового оборудования или модернизации существующего выделяют следующие факторы (таблица 1).

Таблица 1 – Факторы, влияющие на показатель разделения, их условные обозначения и намеченные уровни варьирования

Факторы	Обозначение фактора	Размерность	Уровень варьирования		
			-1	0	+1
Наружный радиус по образующей тарелки, R ₂	X ₁	см	4,00	4,25	4,50
Внутренний радиус по образующей тарелки, R ₁	X ₂	м	1,65	1,75	1,85
Частота вращения барабана, n	X ₃	об/с	131	134	137
Угол подъема образующей тарелки, б	X ₄	град.	45	50	55
Диаметр расчетной частицы загрязнений, d _ч	X ₅	мкм	1,3	1,5	1,7
Температура сепарирования, t	X ₆	°С	35	37,5	40
Число тарелок, z	X ₇	шт	20	22	24

Теоретическую производительность проектируемого сепаратора можно определить по известной методике формулы:

$$G = 4,8n^2ztg\alpha(R_2^3 - R_1^3)d^2t$$

где [d] -диаметр жирового шарика, мк; d=1,5 мк.

Для решения поставленных задач исследования был выполнен инженерный анализ с помощью ЭВМ. Автоматизированный расчёт производительности сепаратора молока, позволяет определить и сравнивать ожидаемую техническую характеристику сепаратора при варьировании различных параметров. Был разработан алгоритм, в соответствии, с которым выполнена блок-схема, представленная на рисунке 6.

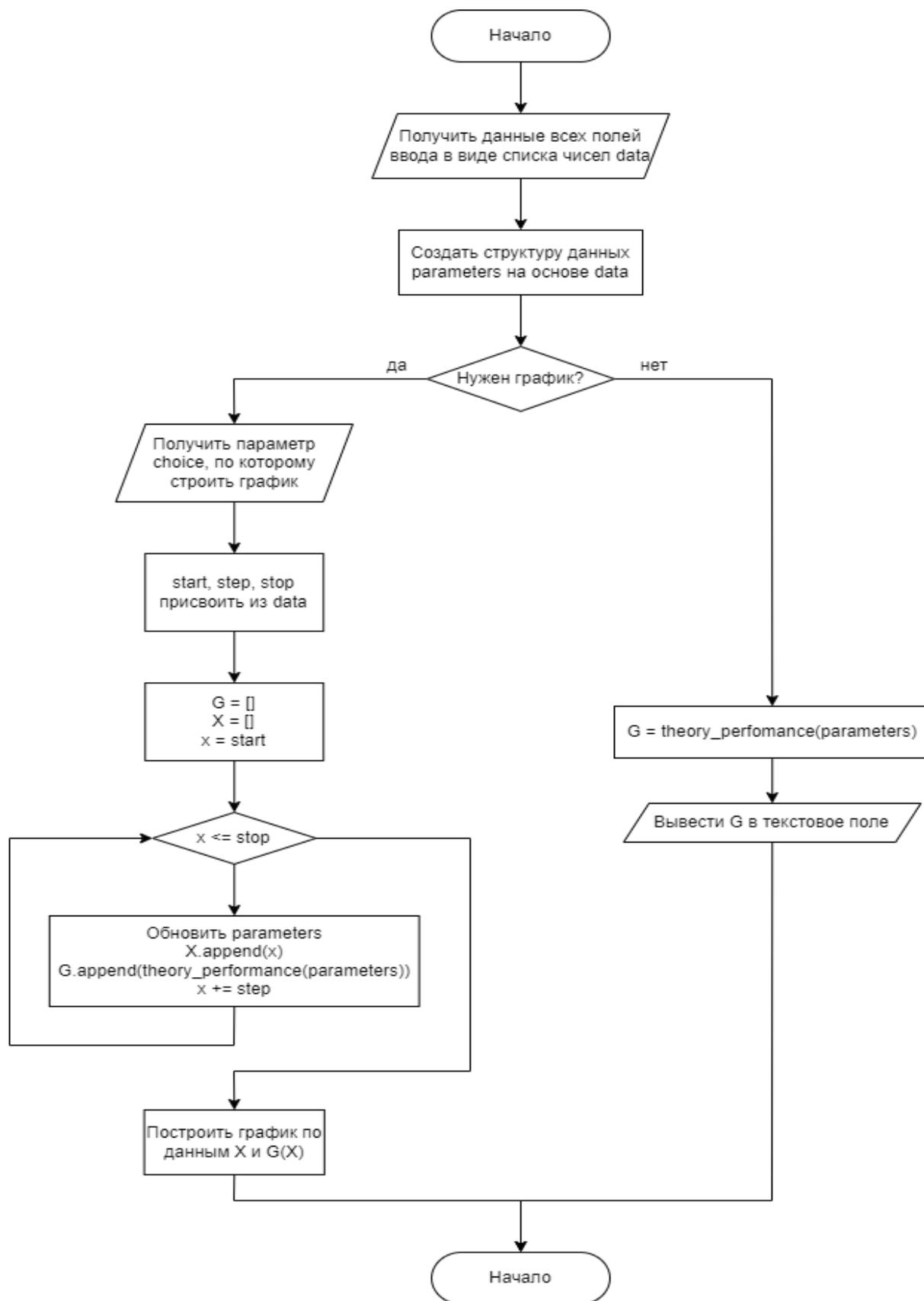


Рисунок 6 - Блок-схема расчёта теоретической производительности

Дерево директорий проекта исследования представлен на рисунке 7.

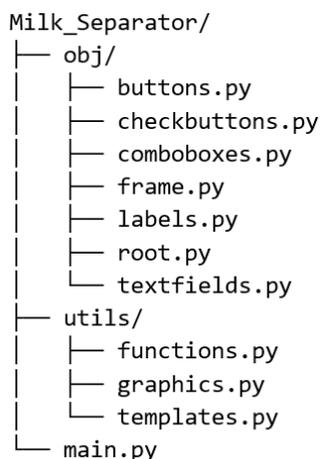


Рисунок 7- Дерево директорий проекта исследования

В главной папке проекте Milk_Separator находится две папки. В папке obj находятся описания объектов графического приложения в соответствующих файлах. Так, в functions.py написана программа подсчета теоретической производительности и функционал графических объектов. В graphics.py программа по созданию графиков функций. Файл templates.py содержит словари с константами (цвета, шрифты и обозначения).

На рисунке 9 представлена функция расчета производительности. На вход принимает словарь (рисунок 10), в которой ключами являются буквенные обозначения формулы, а значениями выступают соответствующие им числа, введенные пользователем. На выход возвращает теоретическую производительность сепаратора молока в литр/час.

```

from math import tan, pi
def theory_performace(parameters: dict):
    return (4.8 * parameters["n"]**2 * parameters["z"] * tan(parameters["alfa"]
* pi / 180) * (parameters["R2"]**3 - parameters["R1"]**3) *
(parameters["d"]/10000)**2 * parameters["t"])
    
```

Рисунок 9 – Функция расчёта теоретической производительности сепаратора молока

parameters
"n"
"z"
"alfa"
"R2"
"R1"
"d"
"t"

Рисунок 10 – Диаграмма входного словаря

Функция calculate является обрабатывающей нажатие главной кнопки. В зависимости от того, поставлен ли флажок, она либо выведет в текстовом поле полученное искомое значение, либо отобразит график зависимости производительности от определенной величины (Рисунок 11).

```
def calculate(root):
    data = list([round(float(entr.get().replace(',', '.')), 5) for entr in
root.input_fields])
    parameters = dict()
    i = 0
    for key in designations.keys(): # designations - словарь обозначений
        parameters[key] = data[i]
        i += 1
    if root.checkbutton.value.get(): # Значение флажка "Построить график"
        choice = root.combobox.get()
        start = data[-1]
        step = data[-2]
        i = 0
        for (key, value) in designations.items():
            if choice == value[0]:
                stop = float(data[i])
                break
            i += 1
        X = []
        G = []
        x = start
        while x <= stop:
            parameters[key] = round(x, 5)
            X.append(round(x, 5))
            G.append(round(theory_performace(parameters), 5))
            x += step

        if stop not in X:
            parameters[key] = round(stop, 5)
            X.append(round(stop, 5))
            G.append(round(theory_performace(parameters), 5))
        build_graph(X, G, choice)
    else:
        G = round(theory_performace(parameters), 5)
        root.output_field.configure(state="normal")
        root.output_field.delete(0, END)
        root.output_field.insert(0, str(G))
        root.output_field.configure(state="readonly")
```

Рисунок 11 – Вид обработчика нажатия главной кнопки

На рисунке 12 представлен вид приложения при работе в режиме расчета, а на рисунке 13 – в режиме построения графиков. На рисунке 11 построенный программой график при данных из рисунка 10.

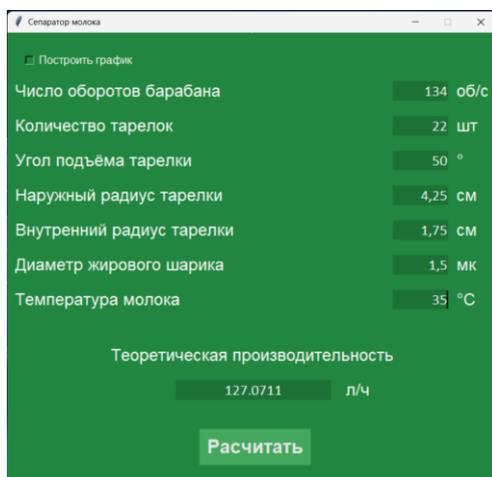


Рисунок 12 – Вид приложения в режиме расчета производительности

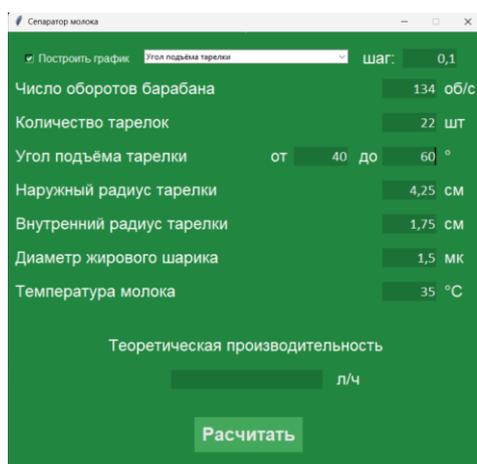


Рисунок 13 – Вид приложения в режиме построения графика

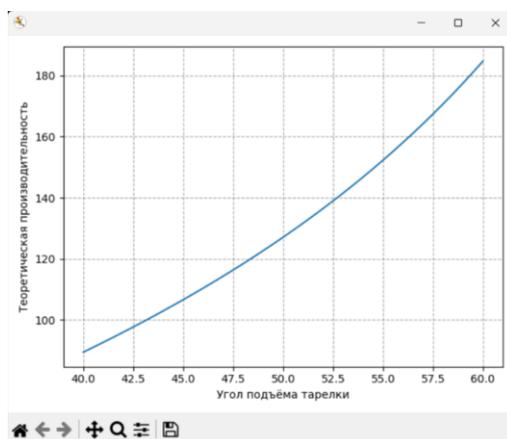


Рисунок 14 – График зависимости теоретической производительности от угла подъема тарелки

Таким образом, результатом данного исследования является разработка программы для определения производительности молочного сепаратора. Варьируя исходные данные, экспериментально и теоретически можно определить рациональные параметры технологического оборудования на этапе проектирования, что значительно повышает точность расчетов, их качество и сокращает их время проведения.

Список использованной литературы:

1. Мэттиз Эрик: Изучаем Python: программирование игр, визуализация данных, веб-приложения. 3-е изд. — СПб.: Питер, 2020 — 512 с.
2. Титов, А. Н. Визуализация данных в Python. Работа с библиотекой Matplotlib : учебно-методическое пособие / А. Н. Титов, Р. Ф. Тазиева. — Казань : КНИТУ, 2022. — 92 с. — ISBN 978-5-7882-3176-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/331025> (дата обращения: 21.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

References:

1. Metiz Erik: Izuchayem Python: programmirovaniye igr, vizualizatsiya dannykh, veb-prilozheniya [Learning Python: Game Programming, Data Visualization, Web Applications]. 3-ye izd. — SPb.: Piter, 2020 — 512 s.
2. Titov, A. N. Vizualizatsiya dannykh v Python. Rabota s bibliotekoy Matplotlib : uchebno-metodicheskoye posobiye [Data Visualization in Python: Working with Matplotlib Library] / A. N. Titov, R. F. Taziyeva. — Kazan' : KNITU, 2022. — 92 s. — ISBN 978-5-7882-3176-1. — Tekst : elektronnyy // Lan' : elektronno-bibliotechnaya sistema. — URL: <https://e.lanbook.com/book/331025> (data obrashcheniya: 21.12.2024). — Rezhim dostupa: dlya avtoriz. pol'zovateley.