

Амон Акпарович Рахимов
г. Худжанд, Республика Таджикистан

Компьютерное и математическое моделирование как метод научного познания явлений, процессов, систем различной природы и образования

В производственных и бытовых процессах часто возникают несчастные случаи от пожара или выхода из строя промышленного оборудования, в результате нагревания проводящих проводников или сильного нагрева частей приборов промышленного назначения. Для предотвращения таких случаев в сетях применяются предохранители различного поперечного сечения.

В представленной работе для предотвращения несчастных случаев в сети из медных проводящих проводников диаметром 5 мм², в которых допустимая разность температур равна $\Delta t=10^{\circ}\text{C}$, нам необходимо при температуре окружающей среды $t=20^{\circ}\text{C}$ выбрать плавкие предохранители из свинцового материала поперечным сечением 4 мм². В зависимости от поперечного сечения проводящих проводников и разности его температур, рассчитываем поперечное сечение плавкого свинцового предохранителя. Предохранитель для различной геометрии проводящих проводников имеет различные значения. Как выяснилось, учащиеся школ и студенты высших учебных заведений могут успешно определять одну из характеристик частей электрических цепей, поперечное сечение плавкового предохранителя.

Далее в работе произведен расчет поперечного сечения плавкового предохранителя с использованием метода моделирования и получены идентичные результаты. Этот способ полезно использовать на занятиях математики и физики, а также в других технических дисциплинах.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, математическое моделирование, образование, методика обучения, технические специальности, математика, физика, программа Maple 18.

Amon Akparovich Rakhimov
Khujand, Republic of Tajikistan

Computer and mathematical modeling as a method of scientific cognition of phenomena, processes, systems of various nature and education

In industrial and household processes accidents often occur in case of fire or failure of industrial equipment as a result of heating of conductive conductors or strong heating of parts of industrial devices. To prevent such cases, fuses of various cross-sections are used in networks.

The article presents how to prevent accidents in a network of copper conductive conductors with diameters of 5 mm², which the permissible temperature difference is $\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$, we need to use fuses made of lead material with a cross section of 4 mm² in the case of ambient temperature $t = 20^{\circ}\text{C}$. Depending on the cross-section of the conductors and its temperature difference, we calculate the cross-section of a fusible lead fuse. It has different values for different geometries of conductive conductors. School and university students can successfully determine one of the characteristics of parts of electrical circuits, the cross section of a fuse.

The article presents the cross section of the fuse calculated using the modeling method and identical results were obtained. This method is useful to use in mathematics and physics classes as well as in other technical disciplines.

Keyword: computer modeling, mathematical modeling, education teaching methods, technical specialties, mathematics, physics, Maple 18 program.

Введение. В задачу моделирования входит расширение представления о современных методах построения, реализации и исследования моделей объектов, процессов и систем различной природы. Также ознакомление учащихся и студентов с методом моделирования, как методом научного познания окружающего мира, овладение знаниями применения компьютера как средства познания в различных областях практической, научной деятельности человека.

Использование процесса моделирования для решения конкретных производственных задач расширяет и углубляет наше познание о сути процесса и явлений. Применение процесса моделирования в профессиональной деятельности инженера, преподавателя, научного работника дает возможность грамотной организации производственных

процессов, умелой организации и проведению занятий, научного эксперимента в повседневной деятельности специалистов. Моделирование и модели играли важную роль в деятельности человека с тех пор, пока оно не стало занимать пониманием и изменением окружающей среды. Моделирование, как познавательный прием, тесно связано с процессом развития науки и знания с самого начала появления человека. Сама история науки и техники является историей развития моделирования явлений, процессов и объектов. В начале развития моделирования модели имели материальный и наглядный характер, имели вид рисунков, макетов, схем, чертежей и т.д. Возможность представления знаний в виде моделей открыла широкий путь к пониманию окружающей нас среды, к осмыслению и глубокому пониманию мира. Материальные

модели служили средством для разработки новой усовершенствованной техники и технологии того периода.

В настоящее время создание математических моделей в виде зависимости одной величины от другого, стала общепринятым при раскрытии сущности явления технических и технологических процессов. В целом, модели можно разделить на познавательные, проектные, оптимизационные, технологические, управленческие и т.д. Математическое моделирование в связи с использованием компьютерной технологии называют информационным моделированием. В большинстве случаев информационное моделирование рассматривается как формализованное описание информационных структур и операций, а также как параметрическое представление процесса циркуляции информации, подлежащей автоматизированной обработке в системе управления.

Материалы и методы исследования. В процессе данного исследования были использованы следующие методы: анализ теоретических и практических источников по проблеме исследования, математическое моделирование физических процессов и его компьютерная реализация.

Обзор литературы. Вопросы математического и компьютерного моделирования рассмотрены в научных работах зарубежных и отечественных ученых, таких как: К.А. Федулова [12], он исследует проблемы будущих педагогов профессионального обучения компьютерному моделированию в техническом вузе, В.И. Фомин [13] рассматривает вопросы развития содержания подготовки к информационно-аналитической деятельности на основе семиотического подхода студентов технических вузов, в работах Т.Д. Anderson и Т.Д. Garrison [15, С. 97-112] рассматриваются вопросы обучения компьютерному моделированию, его роль, место и возможности в образовании, в работе Л.А. Шкутина [14] рассмотрена подготовка педагогов

профессионального обучения на основе интеграции педагогических и информационных технологий. Вместе с этим, рассмотрены актуальные вопросы применения компьютерного моделирования в процессе обучения математике, алгебре [4, С. 49-61] и использование компьютерного моделирования AutoCAD в образовательном процессе [3, С. 43-48]. Например, А.А. Умаров, Н.С. Азимов и А.А. Рахимов рассматривают вопросы методики моделирования процесса нахождения приближенных значений определённого интеграла с помощью формулы прямоугольников с применением программы Javascript [5, С. 155-161], использование компьютерного моделирования в процессе нахождения верностей повторных испытаний по формуле Бернулли [1, С.26-31], методика различных способов решения показательных уравнений с помощью компьютерной программы Maple [6, С. 194-200], Б.Ф. Файзализода исследует современные педагогические технологии – основа формирования информационной компетенции студентов-медиков Таджикистана [10, С. 302-305] и А.П. Назаров занимается проблемами «Методической основы программирования и проверки компетенций учащихся по математике и информатике в средних общеобразовательных школах» [2].

Результаты исследования. В этой научной работе рассматриваются задачи формализованного типа подлежащей автоматизированной обработке в системе управления технологических и производственных процессов. Определение искомых параметров процесса позволяют предотвратить возникновение несчастных случаев в производстве.

Задача. Найти сечение свинцового предохранителя, который плавится при повышении температуры проводки на $\Delta t = 10^0$ С, если известно, что проводка выполнена из медного провода сечением 5 мм^2 . Начальная температура 20^0 С. Потерю на теплоотдачу не учитывать.

Решение:

Для предотвращения несчастных случаев на линии электропередачи бытовых и производственных объектов используются плавкие предохранители из тугоплавких материалов свинца (327^0C) и олова (232^0C). В представленной задаче предохранитель изготовлен из свинца. За счет различной температуры плавления свинца и проводящих проводников происходит плавление материала предохранителя из свинца. Температура плавления меди 1100^0 С. При одной и той же силе тока, проводники из меди и свинца нагреваются по-разному, в соответствии с тепловыми и электрическими характеристиками.

Как правило, на линиях электропередачи свинцовый предохранитель и проводящие провода соединяется последовательно. Происходит это в зависимости от тепловых и электрических характеристик, а также

Дано:

$$\Delta t = 10^0$$

$$\Delta T = 10 \text{ К}$$

$$S_2 = 5 \text{ мм}^2 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$t_1 = 20^0 \text{ С}$$

$$T_1 = 293 \text{ К}$$

$$t_{\text{пл}} = 327^0 \text{ С}$$

$$T_{\text{пл}} = 600 \text{ К}$$

$$\rho_1 = 2,1 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$D_1 = 11,3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$c_1 = 0,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$L_1 = 0,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\rho_2 = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$D_2 = 8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$c_2 = 0,4 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$S_1 = ?$$

большого сопротивления предохранителя (сопротивление увеличивается за счет уменьшения поперечных сечений проводящего провода предохранителя). В результате прохождения тока предохранитель нагревается до температуры плавления, что происходит плавление предохранителя и ток в линии прекращается. В результате прохождения тока по проводнику, согласно закону Джоуля-Ленца в проводнике выделяется количество теплоты, которое определяется по формуле

$$Q_2 = I^2 R_2 \tau \quad (1),$$

где I – ток, проходящий через проводящий проводник, R_2 – сопротивление медного проводника, τ – время прохождения тока через медный проводник (отметим, что время прохождения тока через проводники одинаковы). Количество теплоты Q_2 расходуется на нагревания медной проволоки до некоторой температуры Δt . Оно выражается по следующей формуле

$$Q_2 = c_2 m_2 \Delta T \quad (2).$$

Учитывая, что количество теплоты, выделяемое при прохождении тока в медном проводнике, расходуется на нагревание проводника, поэтому сравнивая части уравнений (1) и (2), получим:

$$c_2 m_2 \Delta T = I^2 R_2 \tau \quad (3),$$

$$\text{откуда найдем } I^2 \text{ получим: } I^2 = \frac{c_2 m_2 \Delta T}{R_2 \tau} \quad (4).$$

Как уже отмечали, свинцовый предохранитель и медный проводник соединены последовательно, через них проходит один и тот же ток, при этом выделяемое количество теплоты в свинцовом предохранителе определяется в соответствии с законом Джоуля-Ленца по формуле:

$$Q_1 = I^2 R_1 \tau \quad (5)$$

В формуле (5) R_1 – сопротивления свинцового предохранителя. Учитывая, что токи, проходящие последовательно по соединенным проводникам одни и те же, учитывая формулу (4) можем написать уравнение для количества теплоты, выделяемого в предохранителе, в следующем виде:

$$Q_1 = \frac{c_2 m_2 \Delta T}{R_2 \tau} R_1 \tau = \frac{c_2 m_2 \Delta T}{R_2} R_1 \quad (6)$$

В согласии с формулой (6) это количество теплоты идет на нагревание предохранителя от температуры t_1 до температуры $t_{\text{пл}}$, т. е. на его плавления.

$$Q_1 = c_1 m_1 (T_{\text{пл}} - T_1) + L_1 m_1 = m_1 [c_1 (T_{\text{пл}} - T_1) + L_1] \quad (7)$$

Количество теплоты, выделяемое согласно формулам (6) и (7) одно и то же, поэтому можем написать следующее равенство:

$$m_1 [c_1 (T_{\text{пл}} - T_1) + L_1] = \frac{c_2 m_2 \Delta T}{R_2} R_1 \quad (8), \text{ откуда}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{c_2 m_2 \Delta T}{m_1 [c_1 (T_{\text{пл}} - T_1) + L_1]} \quad (9).$$

Учитывая, что $R = \rho \frac{\ell}{S}$ и $m = DV = DS \ell$, соответственно получим для свинцовых и медных проводников, следующие уравнения.

$$R_1 = \rho_1 \frac{\ell_1}{S_1} \quad m_1 = D_1 S_1 \ell_1 \quad R_2 = \rho_2 \frac{\ell_2}{S_2} \quad m_2 = D_2 S_2 \ell_2$$

подставляя полученные выражения R_1 , R_2 и m_1 , m_2 в формуле (9) получим:

$$\frac{\rho_2^2 \frac{\ell_2}{S_2}}{\rho_1 \frac{\ell_1}{S_1}} = \frac{c_2 D_2 S_2 \ell_2 \Delta T}{D_1 S_1 \ell_1 [c_1 (T_{\text{пл}} - T_1) + L_1]} \quad (11) \text{ или}$$

$$\frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{c_2 D_2 \rho_2 \Delta T}{D_1 \rho_2 [c_1 (T_{\text{пл}} - T_1) + L_1]} \quad (12)$$

отсюда $307 \cdot 600 - 293 = 307$

$$S_1 = S_2 \sqrt{\frac{c_2 D_2 \rho_2 \Delta T}{D_1 \rho_2 [c_1 (T_{\text{пл}} - T_1) + L_1]}} \quad (13).$$

Формула (13) является расчетной формулой, потому что все физические величины даны. Как видно из полученной формулы, под корнем, кроме Δt , другие величины постоянны и можно произвести вычисления и выразить эту величину буквой A .

Проверим правильность формулы и единицы измерения искомой величины. Для осуществления этой операции в расчетную формулу (13) вместо физических величин поставим единицу измерения величин.

$$S_1 = S_2 \sqrt{\frac{c_2 D_2 \rho_2 \Delta T}{D_1 \rho_2 [c_1 (T_{\text{пл}} - T_1) + L_1]}} = \text{м}^2 \sqrt{\frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{Ом} \cdot \text{м}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot \text{К}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{Ом} \cdot \text{м} \cdot \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot \text{К} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right]}} = \text{м}^2 = L^2.$$

Полученная формула оказалась верной, потому что в итоге получили размерность площади.

Подставляя числовые данные в формулу (13), получим:

$$S_1 = S_2 \sqrt{\frac{c_2 D_2 \rho_2 \Delta T}{D_1 \rho_2 [c_1 (T_{\text{пл}} - T_1) + L_1]}} = 5 \cdot 10^{-6} \sqrt{\frac{0,4 \cdot 10^{-3} \cdot 8,9 \cdot 10^3 \cdot 2,1 \cdot 10^{-7} \cdot 10}{11,3 \cdot 10^3 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} [0,1 \cdot 10^3 \cdot (600 - 293) + 0,3 \cdot 10^5]}} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Таким образом в результате вычисления получили значения $4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, или 4 мм^2 . Результат показывает, что при поперечном сечении свинцового предохранителя 4 мм^2 свинцовый плавкий предохранитель расплавляется и система освещения или обеспечения приборов производственного назначения током обесточивается и предотвращаются несчастные случаи.

Для проверки полученных ответов можно использовать компьютерное моделирование, в нашем случае будем использовать программу компьютерного моделирования Maple 18.

Вводим необходимые числовые данные задачи, которая показана на рисунке 1.

Далее введем необходимые формулы для вычисления требуемого значения, воспользовавшись операторами программы, которые показаны на рисунке 2.

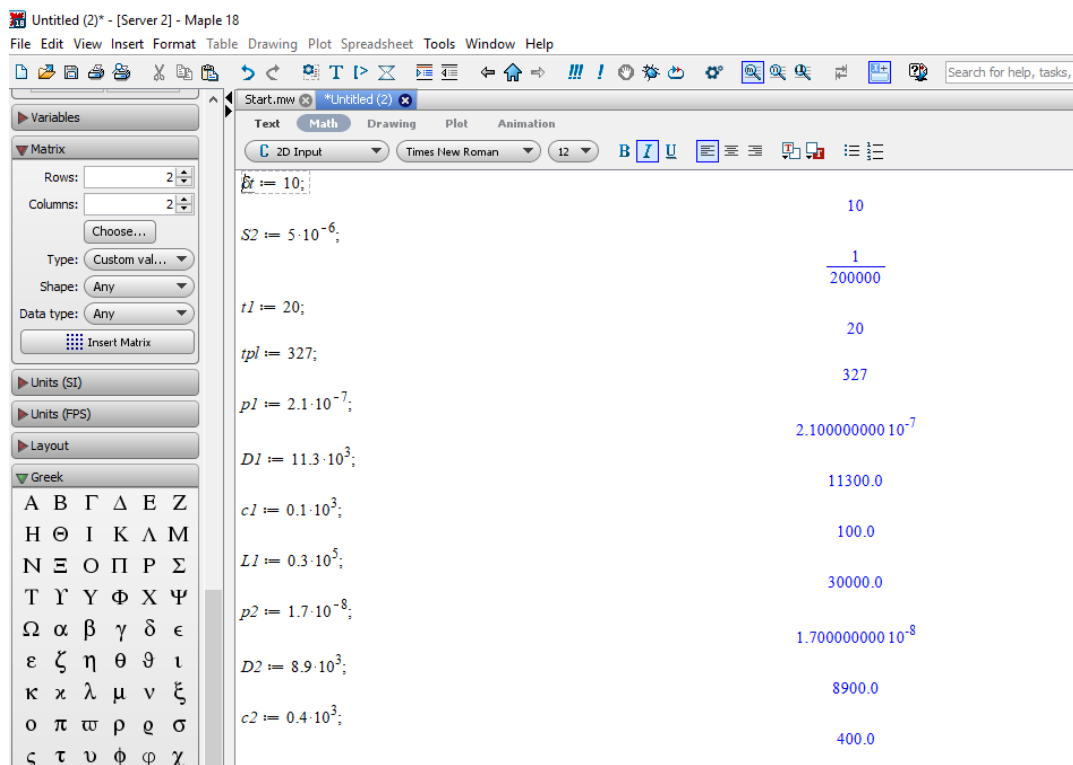


Рис.1. Ввод числовых данных в среде программы Maple 18

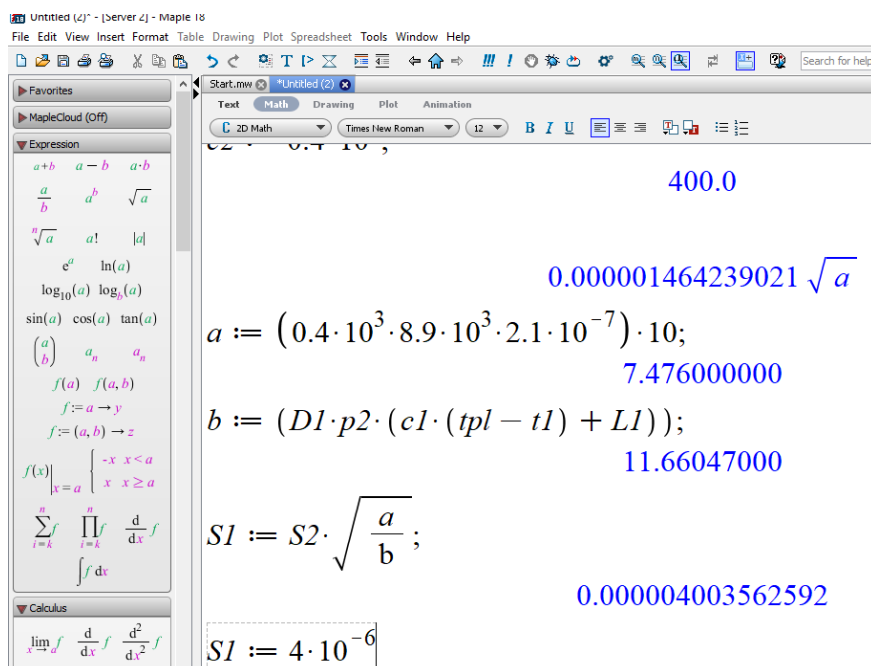


Рис. 2. Расчет числовых данных в среде программы Maple 18

Из рисунка 2 видно, что полученные ответы верны с аналитическим способом решения.

Ценность решения этой задачи состоит в предотвращении аварий в бытовых и производственных процессах. Расчеты, которые

производились выше можно произвести с использованием метода математического моделирования. Ниже приведены способы решения представленной задачи методом математического моделирования, ведь формула (13) выражает математическую модель задачи в виде зависимостей поперечного сечения плавкого предохранителя от разности температур Δt .

Если разность температур проводки в потребителе $\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$, то в свинцовом предохранителе выделяется столько тепла, величина которого равняется сумме количества теплоты нагреваемого предохранителя с 20°C до температуры плавления и количества теплоты необходимого плавлению свинца, тогда происходит отключение сети, предохранитель плавится и не пропускает ток.

Таким образом, можем предотвратить возникновения несчастных случаев, аварии в бытовых и производственных сетях.

Заключение:

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Азимов, Н.С. Методические особенности использование компьютерного моделирования процесса нахождения вероятности повторных испытаний по формуле Бернулли / Н.С. Азимов, А.А. Рахимов. – Текст : непосредственный // Технические и естественные науки: вчера, сегодня, завтра : сб. науч. ст. – Волгоград : Сфера, 2024. – С. 26-31.
2. Назаров, А.П. Методические основы программирования и проверка компетенций учащихся по математике и информатике в средних общеобразовательных школах : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / А.П. Назаров. – Душанбе, 2002. – 27 с. – Текст : непосредственный.
3. Рахимов, А.А. Использование компьютерного моделирования AUTOCAD в образовательном процессе для студентов технических направлений вуза / А.А. Рахимов. – Текст : электронный // Наука и практика в образовании : электрон. науч. журн. – 2024. – Т. 5, № 2. – С. 43-48. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-kompyuternogo-modelirovaniya-autocad-v-obrazovatelnom-protsesse-dlya-studentov-tehnicheskikh-napravleniy-vuza>.
4. Рахимов, А.А. Использование компьютерного моделирования в процессе обучения алгебре студентов технических направлений / А.А. Рахимов. – Текст : непосредственный // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. – 2024. – № 1 (88). – С. 49-61.
5. Рахимов, А.А. Методика моделирования процесса нахождения приближенных значений определённого интеграла с помощью формулы прямоугольников с применением программы Javascript / А.А. Рахимов, А.А. Умаров, Х.К. Мухаббатов. – Текст : непосредственный // Вестник Педагогического университета. Серия 2: Педагогики и психологии, методики преподавания гуманитарных и естественных дисциплин. – 2023. – № 3 (17). – С. 155-161.
6. Рахимов, А.А. Методика различных способов решение показательных уравнений с помощью компьютерной программы Maple / А.А. Рахимов, М. Рахматова. – Текст : непосредственный // Вестник Института развития образования. – 2022. – № 2 (38). – С. 194-200.
7. Родионов, М.А. Интеграция инженерной и математической подготов-ки как историко-педагогическая проблема / М.А. Родионов, М.В. Федосеев. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. – 2016. – № 2 (38). – С. 200-211.
8. Саранцев, Г.И. Методология методики обучения математике / Г.И. Саранцев ; Рос. акад. образования, Поволж. отд-ние. – Саранск : Тип. «Красный Октябрь», 2001. – 139 с. – Текст : непосредственный.
9. Соловьева, Е.Г. Модификация математической подготовки будущих учителей математики, ориентированной на изучении и использование информатики : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Е.Г. Соловьева. – Москва, 1998. – 15 с. – Текст : непосредственный.
10. Файзализода, Б.Ф. Современные педагогические технологии – основа формирования информационной компетенции студентов-медиков Таджикистана / Б.Ф. Файзализода, М.А. Абдулхаков, Р.К. Файзиев. – Текст : непосредственный // Современные Web-технологии в цифровом образовании: значение, возможности, реализация : V Междунар. науч.-практ. конф., г. Арзамас, 17-18 мая 2019 г. – Арзамас, 2019. – С. 302-305.
11. Федоров, И.Б. Инженерное образование и внедрение новых информационных технологий : докл. ректора МГТУ им. Баумана / И.Б. Федоров. – Текст : непосредственный // Материалы научно-методических семинаров 2001-2002 гг. – Москва, 2003.

1. Для предотвращения несчастных случаев в электропроводах бытовых и производственных сетях в основном используются предохранители.

2. Всегда температура плавления предохранителя должна быть меньше чем температура проводников сети.

3. Выбор предохранителей осуществляется по величине проходящего тока, или по разности температур Δt .

4. Температура возникновения пожара в электрических сетях различной проводимости или удельного сопротивления и изоляции, определяется экспериментально.

5. По разности температур проводника потребителя выбирается сечение предохранителя.

6. Результат вычисления легко проверить, используя компьютерные программы, этот способ повышает интерес студентов и преподавателей.

12. Федулова, К.А. Подготовка будущих педагогов профессионального обучения к компьютерному моделированию : дис... канд. пед. наук : 13.00.08 / Федулова Ксения Анатольевна. – Екатеринбург, 2014. – 210 с. – Текст : непосредственный.
13. Фомин, В.И. Развитие содержания подготовки к информационно – аналитической деятельности на основе семиотического подхода: автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Фомин Владимир Ильич. – Самара, 2009. – 27 с. – Текст : непосредственный.
14. Шкутина, Л.А. Подготовка педагога профессионального обучения на основе интеграции педагогических и информационных технологий : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / Шкутина Лариса Арнольдовна. – Караганда, 2002. – 27 с. – Текст : непосредственный.
15. Anderson, T.D. Learning in a networked world: new roles and responsibilities / T.D. Anderson, D.R. Garrison ; ed. C.C. Gibson. – Text : direct // Distance learners in higher education: institutional responses for quality outcomes. – United States : Atwood Publishing, 1998. – P. 97-112.

REFERENCES

1. Azimov N.S., Rahimov A.A. Metodicheskie osobennosti ispol'zovanie komp'yuternogo modelirovaniya processa nahozhdeniya veroyatnosti povtornykh ispytaniy po formule Bernulli [Methodological features of the use of computer modeling of the process of finding the probability of repeated tests according to the Bernoulli formula]. *Tekhnicheskie i estestvennye nauki: vchera, segodnja, zavtra: sb. nauch. st. [Technical and natural sciences: yesterday, today, tomorrow]*. Volgograd: Sfera, 2024, pp. 26-31.
2. Nazarov A.P. Metodicheskie osnovy programmirovaniya i proverka kompetencij uchashhihsja po matematike i informatike v srednih obshheobrazovatel'nykh shkolah. Avtoref. dis. d-ra ped. nauk [Methodological foundations of programming and checking the competencies of students in mathematics and computer science in secondary schools. Dr. Sci. (Pedagogy) thesis]. Dushanbe, 2002. 27 p.
3. Rahimov A.A. Ispol'zovanie komp'yuternogo modelirovaniya AUTOCAD v obrazovatel'nom processe dlja studentov tehnikeskikh napravlenij vuza [The use of AUTOCAD computer modeling in the educational process for students of technical areas of the university]. *Nauka i praktika v obrazovanii: jelektron. nauch. zhurn. [Science and practice in education]*, 2024, vol. 5, no. 2, pp. 43-48. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-kompyuternogo-modelirovaniya-autocad-v-obrazovatel'nom-protsesse-dlya-studentov-tehnikeskikh-napravlenij-vuza>.
4. Rahimov A.A. Ispol'zovanie komp'yuternogo modelirovaniya v processe obuchenija algebre studentov tehnikeskikh napravlenij [The use of computer modeling in the process of teaching algebra to students of technical fields]. *Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta [Bulletin of the Surgut State Pedagogical University]*, 2024, no. 1 (88), pp. 49-61.
5. Rahimov A.A., Umarov A.A., Muhabbatov H.K. Metodika modelirovanii processa nahozhdenija priblizhennykh znachenij opredeljonogo integrala s pomoshh'ju formuly prjamougol'nikov s primeneniem programmy Javascript [Methodology for modeling the process of finding approximate values of a certain integral using the rectangle formula using a Javascript program]. *Vestnik Pedagogicheskogo universiteta. Serija 2: Pedagogiki i psihologii, metodiki prepodavaniya gumanitarnykh i estestvennykh disciplin [Bulletin of the Pedagogical University. Series 2: Pedagogy and Psychology, methods of teaching humanities and natural sciences]*, 2023, no. 3 (17), pp. 155-161.
6. Rahimov A.A., Rahmatova M. Metodika razlichnykh sposobov reshenie pokazatel'nykh uravnenij s pomoshh'ju komp'yuternoj programmy Maple [Methodology of various methods for solving exponential equations using the Maple computer program]. *Vestnik Instituta razvitija obrazovanija [Bulletin of the Institute of Education Development]*, 2022, no. 2 (38), pp. 194-200.
7. Rodionov M.A., Fedoseev M.V. Integracija inzhenernoj i matematicheskoj podgotovki kak istoriko-pedagogicheskaja problema [Integration of engineering and mathematical training as a historical and pedagogical problem]. *Izvestija vysshih uchebnykh zavedenij. Povolzhskij region. Gumanitarnye nauki [News of higher educational institutions. The Volga region. Humanities]*, 2016, no. 2 (38), pp. 200-211.
8. Sarancev G.I. Metodologija metodiki obuchenija matematike [Methodology of teaching mathematics]. Saransk: Tip. «Krasnyj Oktjabr'», 2001. 139 p.
9. Solov'eva E.G. Modifikacija matematicheskoj podgotovki budushhih uchitelej matematiki, orientirovannoj na izuchenii i ispol'zovanie informatiki. Avtoref. dis. kand. ped. nauk [Modification of mathematical training of future teachers of mathematics focused on the study and use of computer science. Ph. D. (Pedagogy) thesis]. Moscow, 1998. 15 p.
10. Fajzalizoda B.F., Abdulhakov M.A., Fajziev R.K. Sovremennye pedagogicheskie tehnologii – osnova formirovaniya informacionnoj kompetencii studentov-medikov Tadjikistana [Modern pedagogical technologies – the basis for the formation of information competence of medical students of Tajikistan]. *Sovremennye Web-tehnologii v cifrovom obrazovanii: znachenie, vozmozhnosti, realizacija: V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., g. Arzamas, 17-18 maja 2019 g. [Modern Web technologies in digital education: meaning, possibilities, implementation]*. Arzamas, 2019, pp. 302-305.
11. Fedorov I.B. Inzhenernoe obrazovanie i vnedrenie novykh informacionnykh tehnologij: dokl. rektora MGTU im. Bauman [Engineering education and the introduction of new information technologies]. *Materialy nauchno-metodicheskikh seminarov 2001-2002 gg. [Materials of scientific and methodological seminars 2001-2002]*. Moscow, 2003.
12. Fedulova K.A. Podgotovka budushhih pedagogov professional'nogo obuchenija k komp'yuternomu modelirovaniju. Dis. kand. ped. nauk [Preparation of future teachers of vocational training for computer modeling. Ph. D. (Pedagogy) diss.]. Ekaterinburg, 2014. 210 p.

13. Fomin V.I. Razvitie sodержaniya podgotovki k informacionno – analiticheskoj dejatel'nosti na osnove semioticheskogo podhoda. Avtoref. dis. kand. ped. nauk [Development of the content of preparation for information and analytical activities based on a semiotic approach. Ph. D. (Pedagogics) thesis]. Samara, 2009. 27 p.
14. Shkutina L.A. Podgotovke pedagoga professional'nogo obuchenija na osnove integracii pedagogicheskikh i informacionnyh tehnologij. Avtoref. dis. d-ra ped. nauk [Professional education teacher training based on the integration of pedagogical and information technologies. Dr. Sci. (Pedagogy) thesis]. Karaganda, 2002. 27 s.
15. Anderson T.D., Garrison D.R. Learning in a networked world: new roles and responsibilities. Gibson C.C. (ed.). *Distance learners in higher education: institutional responses for quality outcomes*. United States: Atwood Publishing, 1998, pp. 97-112.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

А.А. Рахимов, кандидат педагогических наук, доцент, Худжандский политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, г. Худжанд, Республика Таджикистан, e-mail: amon_rahimov@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR:

A.A. Rakhimov, Ph. D. in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Tajik Technical University named after academician M. Osimi, Khujand, Republic of Tajikistan, e-mail: amon_rahimov@mail.ru.