

разрушения сильно изменяется, что выражается в устранении дендритного строения излома. Было замечено, что вязкость стали повышаться с увеличением выдержки и при аустенизации. Так аустенизация при увеличении времени выдержки при 1 100 °С до 30 мин обеспечивает  $\sigma_n = 3,0 \text{ кгн/см}^2$ . Температура последующего старения для обоих случаев составила 430 °С. Старение при температуре 580 °С, т.е., перестаривание приводит к снижению ударной вязкости до 2,9 кгм/м<sup>2</sup>.

После оптимального режима аустенизации недоставление обеспечивает не только высокую вязкость, но и улучшает пластичность. Перестаривание приводит к охрупчиванию, так как при  $\alpha \rightarrow \gamma$  превращении происходит гомогенизация структуры (образование аустенита), и повышении градиента концентрации напряжения на границах мартенсита-аустенит. Но, с другой стороны, стабилизированный аустенит, как более пластичный, должен повышать вязкость [9].

Анализ работ позволяет сделать вывод о том, что термическая обработка является важным механизмом в формировании структуры и свойств мартенситностареющих сталей.

### Литература

1. Перкас М.С. Высокопробные мартенситно стареющие стали. Металлургия / М. С. Перкас, В. М. Кардонский. – Минск 1970. – 224 с.
2. Бородько М. Н. Мартенситностареющие стали. Наука и техника/ М. Н. Бородько, С. А. Астапчик, Г. Б. Ярошевич. – Москва: Наука и техника, 1976. – 226 с.
3. Бирман С. Г. Экономнолегированные мартенситностареющие стали / С. Н. Бирман. – Минск : Металлургия, 1974. – 208 с.
4. Грачев С. В. Применение коррозионно - стойкий мартенситно стареющей стали для холоднодеформированных труб / С. В. Грачев, С.М. Битиков, А. С Шейн и др. / Сталь. № 12, 1979. – 945 с.
5. Грачев С. В. Теплостойкие мартенситностареющие стали для холоднодеформированных труб / С. В. Грачев, А. С. Шейн, Г. П. Игошина, Сталь. № 1, 1986. – 79 с.
6. Грачев С. В. Прочность и долговечность стальных канатов / С. В. Грачев, В. Я. Зубов, Л. А. Мальцева. – Киев: Техника, 1975. – 62 с.
7. Jack J. H. Iron Steel Inst / J. H. Jack. 1951. – 26 S.
8. Еднерал А. Е. ДАН СССР / А. Е. Еднерал, О. П. Жуков, М. Д. Перкас. № 4, 1943. – 714 с.
9. Пегас М. Д. Высокопробные мартенситностареющие стали / М. Д. Пегас, В. М. Кардонский. – Москва : Металлургия, 1970.

**В. Д. Колосов**

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. В. Васькевич**, ст. преподаватель

### РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ МЕТРИКИ РЕДАКТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ЛЕВЕНШТЕЙНА

Метрика редактирования – это степень схожести между двумя последовательными символами [1]. Анализ РНК все более популярен, особенно в связи с распространением вируса коронавирусной инфекции. В ДНК COVID-19 используется четырехбуквенный алфавит, который является химической основой, и его длина составляет 29 981 символ [2]. В этой структуре особое внимание уделяется шипообразному белку. Его уникальность заключается в том, что он участвует в заражении клеток человеческого организма.

Вирусная последовательность, называемая шиповидным белком, составляет 3 831 символ. Omicron имеет 60 новых мутаций, что больше, чем у оригинального штамма Wuhan, и 32 из них связаны с шипообразным белком [3]. В зависимости от количества мутаций, алгоритму необходимо выполнить 60 корректировок.

Для упрощения эксперимента используется алгоритм Левенштейна, который необходим для преобразования одной строки в другую. Алгоритм назван в честь Владимира Иосифовича Левенштейна, советского математика, выпускника мехмата Московского университета.

Для масштабирования тестов был создан простой генератор входных данных, который и применяет операции, поддерживаемые алгоритмом. Он генерирует случайную строку заданной длины, применяет к ней операции и вычисляет оценку расстояния между измененной и исходной строкой.

В рамках этой оценки генератор входных данных использовался для создания строк с интервалом в 250 символов. Целевая длина строки, установленная ранее, составляла 3 981 символ, что в значительной степени было учтено в данной работе. Для получения статистической достоверности тест был повторен 100 раз для каждого варианта длины. Для каждой сгенерированной строки выполнялись операции замены, вставки и удаления 1, 3, 9 и 60 раз. Моей целью было выяснить, влияют ли операции, их количество и длина строки на время выполнения. Результат представлен на рисунке 1.

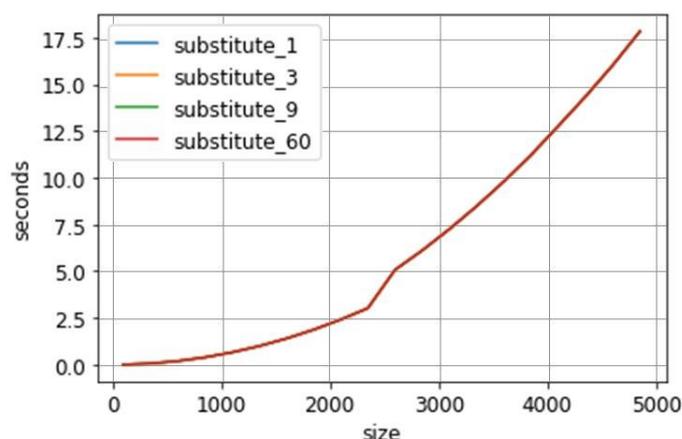


Рисунок 1 – Время выполнения алгоритма в зависимости от размера строки

Из рисунка 1 можно сделать вывод, что сложность алгоритма схожа с экспоненциальным потенциалом. Экспоненциальный рост времени выполнения, как правило, считается неудачным в плане масштабирования. Однако, мы можем ускорить алгоритм, запустив его на меньших фрагментах входных данных. Ниже приведен линейный график времени работы, когда сгенерированная входная строка разбивается на фрагменты длиной 100 символов, а баллы метрики суммируются (рисунок 2).

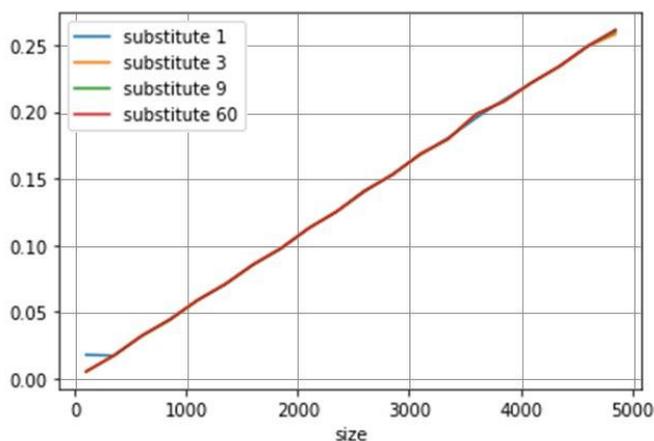


Рисунок 2 – Время выполнения алгоритма после разбиения на 100 символьных фрагментов

В случае с заменой расчетное расстояние редактирования версии фрагмента очень близко к полной версии. Вероятно, это связано с тем, что замена является локальным изменением и несильно затрагивает более одного фрагмента. Для процедуры вставки оценка метрики редактирования начинает расти по мере увеличения длины строки и количества применяемых операций. Аналогичная ситуация наблюдается и с процедурой удаления, так как один и тот же принцип перемещает все фрагменты влево. Иными словами, подход, основанный на разбиении на фрагменты, сокращает время работы алгоритма, но не позволяет правильно ранжировать результаты вставок и удалений.

### Литература

1. Долгодворова, Е.В. Кластерный анализ: базовые концепции и алгоритмы / Е.В. Долгодворова / Вопросы науки и образования, 2018. – № 7(19). – С. 73–76.
2. Huang, Y. Structural and functional properties of SARS-CoV-2 spike protein: potential antiviral drug development for COVID-19. Y. Huang, C. Yang, Xf. Xu, [et al.] / Acta Pharmacol Sin, 2020. – Vol.41. – P. 1141–1149 (<https://doi.org/10.1038/s41401-020-0485-4>).
3. Scudellari, M. How the coronavirus infects cells – and why Delta is so dangerous. M. Scudellari / Nature, 2021. – Vol.595 (7869). – P. 640 – 644. (<https://doi.org/10.1038/d41586-021-02039-y>).

**М. О. Кострома, Д. И. Тарасенко**

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Н. С. Косенок**, канд. физ.-мат. наук, доцент

### ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ «УМНАЯ ГРЯДКА»

В современном мире, где технологии стремительно меняют привычные нам процессы, сельское хозяйство не остается в стороне. Инновационный проект «Умная грядка», разработанный нами, является ярким примером того, как передовые технологии могут революционизировать аграрный сектор. Эта система открывает новые возможности для адаптации растений к местным условиям и обещает значительно улучшить эффективность и прибыльность сельского хозяйства Беларуси.

На данный момент проект находится на стадии создания прототипа. «Умная грядка» позволяет имитировать условия окружающей среды для растений и регулировать параметры вручную через мобильное приложение, что делает возможным выращивание растений, обычно не адаптированных к климату Беларуси. Кроме того, система может быть использована для тестирования новых сортов растений в различных климатических условиях. Основой проекта служит микроконтроллер ESP32, выбранный за наличие встроенного WiFi и большое количество аналоговых портов по сравнению с ESP8266 и Arduino Nano, и Uno. В финальной версии прототипа предусмотрен сбор данных с различных датчиков: АНТ10 (температура и влажность), MQ2 (метан, водород и дым), MQ135 (CO<sub>2</sub>), фоторезистор (уровень освещенности), HC-SR04 (ультразвуковой дальномер для измерения высоты растения), датчик влажности почвы. Перечень датчиков может быть изменен в ходе дальнейшей разработки. Для контроля климатических условий в прозрачной камере для растений предусмотрены модули: регулировка температуры, влажности, полив, подсветка фитолампой и воздушная створка. Все модули будут оснащены PID-регуляторами для точной настройки условий. Регулировка температуры будет осуществляться с помощью нагревательного элемента на 12 В с радиатором и вентилятором для охлаждения.

Для повышения влажности рассматриваются несколько технологий:

1. Нагревательный элемент в емкости с водой.
2. Вентилятор, обдувающий поверхность воды.
3. Увлажнитель воздуха.