

В.Е.Сергиенко¹, О.И.Залогова¹

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОПУСКА СОЕДИНЕННЫХ ПОЕЗДОВ НА ПОЛИГОНЕ ДОРОГИ

Аннотация. В статье рассмотрен зарубежный опыт организации тяжеловесного движения поездов и возможность его использования на отечественных дорогах. Выполнен сравнительный анализ пропуска соединенных поездов по участку железной дороги за первые кварталы 2018 и 2019 годов. Сделан вывод о значительном увеличении количества данных поездов за указанный период. Произведен анализ основных теоретических разработок по вопросу пропуска соединенных поездов и его влияния на пропускную способность линии. Проведено исследование использования соединенных поездов на полигоне железной дороги и сделано заключение о необходимости усиления инфраструктуры. Рассмотрены мероприятия, позволяющие увеличить эффективность технологии вождения соединенных грузовых поездов.

Ключевые слова: тяжеловесное движение, соединенные поезда, пропускная способность, инфраструктура.

V. E. Sergienko¹, O. I. Zalogova¹

¹Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY FOR PASSING LINKED TRAINS EFFECTIVENESS ON A RAILWAY LOOP

Abstract. The article considers the foreign experience of organization of heavy-load train operation and the possibility of using it on domestic roads. A comparative analysis of the linked trains passing on the railway section for the first quarters of 2018 and 2019 was performed. The conclusion of a significant increase in the number of these trains for the stated period was made. The analysis of the main theoretical developments on the issue of passing linked trains and its impact on the traffic capacity was made. A study of linked trains using at the railway loop was conducted and a conclusion was made about the need to strengthen the infrastructure. Measures that allow increasing the efficiency of the technology of driving linked freight trains were considered.

Keywords: heavy-load train operation, linked trains, traffic capacity, infrastructure.

Введение

Мировой опыт в организации тяжеловесного движения показывает, что повышение весовых норм грузовых поездов всегда рассматривался как одно из приоритетных направлений в освоении возрастающих объемов перевозок и повышении эффективности эксплуатационной работы. Использование тяжеловесных поездов в настоящее время нашло широкое распространение на железных дорогах Канады, Северной Америки, ЮАР, Китае, Бразилии, Швеции, Австралии, США, Норвегии. Характерной особенностью тяжеловесного движения в мире является специализация отдельных линий железных дорог протяженностью от 180–200 до 1100–1500 км. В состав поездов в отдельных случаях может включаться до 340 вагонов.

В Канаде на линии, проходящей по долине реки Картье, а также на направлении Квебек-Лабрадор число вагонов в рудовозных поездах достигает 265 (длина поезда 3,3 км), в Бразилии на железной дороге Carajás обращаются поезда из 260 вагонов. В Западной Австралии горнодобывающая компания Rio Tinto перешла к автоматизированному управлению беспилотными тяжеловесными поездами длиной 2,4 км в рамках проекта AutoHaul на своей железнодорожной сети протяженностью 1700 км. Поезда массой до 28 тыс. т и длиной 2,5 км, ведомые тремя тепловозами, следуют по маршруту длиной 280 км от рудника Tom Price в регионе Пилбара до порта на мысе Ламберт [1].

Одним из важных выводов, полученных в результате развития тяжеловесного движения в разных странах, явилась необходимость проведения исследований всех основных проблем,

возникающих при данном способе организации движения. В 1983 году железные дороги зарубежных стран, объединились в Международную организацию ИННА для обмена опытом по данным технологиям [2].

ОАО «РЖД» в 2015 году разработало программу развития тяжеловесного движения поездов, которая в настоящий момент успешно выполняется. На сети постоянно увеличивается полигон обращения поездов массой 8000 тонн и более. Принимать решения по дальнейшему внедрению тяжеловесных поездов, необходимо с учётом как международного опыта, так и особенностей функционирования отечественного железнодорожного транспорта.

Анализ технологии пропуска соединенных поездов на направлении

Тяжеловесное движение в российских условиях имеет ряд особенностей. Это связано с совмещённым движением грузовых и пассажирских поездов, со значительной протяжённостью маршрутов их следования, практически полным использованием пропускной способности линии, а также с разнообразными климатическими условиями. Например, грузооборот лимитирующего участка длиной 120 км Иркутск - Слюдянка в 5 раз больше, чем транзитной линии Базель- Готард- Кьяссо железных дорог Швейцарии, при том что гористый рельеф пересеканной местности, сложный профиль и план трассы в обоих случаях аналогичны.

В настоящее время на участках Западно-Сибирской, Свердловской, Восточно-Сибирской, Красноярской, Южно-Уральской, Горьковской, Северо-Кавказской, Приволжской железных дорог практикуется вождение поездов весом 7–9 тыс. т. Наиболее подготовленными в этом плане являются маршруты Кузбасс – порты Балтийского моря, где организовано вождение поездов массой 9 тыс. т. На отдельных направлениях также осуществляется пропуск соединенных поездов массой 12 - 14,2 тыс. т. На Транссибирской железнодорожной магистрали регулярно обращаются поезда длиной до 2 км.

На Забайкальской железной дороге с января по март 2019 года было пропущено в 2,2 раза больше соединенных грузовых поездов, чем за такой же период в 2018 г. (рис.1). Триста восемьдесят поездов переданы по стыку Архара с Дальневосточной железной дорогой, остальные были соединены на станциях Забайкальской железной дороги, что составило 39% от общего результата сети железных дорог ОАО «РЖД» [3].

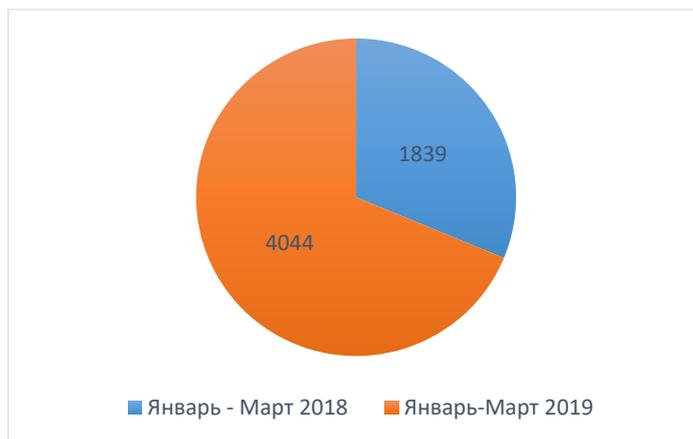


Рис. 1. Сравнительный анализ пропуска соединенных поездов за I квартал 2018 и 2019 год на Забайкальской железной дороге

С начала 2019 года большая часть объемов работ по организации соединенного движения поездов обеспечена Могочинским и Свободненским регионами дороги. За первые три месяца в данных регионах проведено более 2,8 тысячи соединенных поездов. Большая доля от этого количества сформирована на станциях: Улягир, Тыгда, Серышево, Таптугары (рис.2).

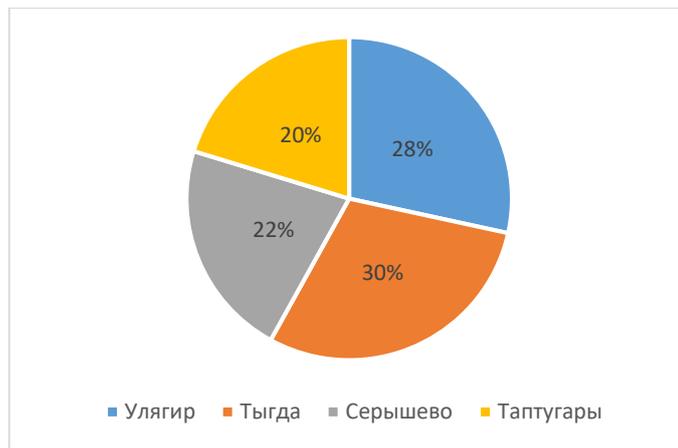


Рис. 2. Диаграмма распределения работы по формированию соединенных поездов на Забайкальской железной дороге

В связи с развитием тяжеловесного движения на российских железных дорогах возникла необходимость совершенствования способов управления поездами повышенной длины и массы, создание и внедрение новых современных информационных технологий. Была разработана Автоматизированная система организации планирования, ведения, учета соединенных поездов (АСОПВУС), которая предназначена для автоматизации получения сведений об ситуационных, инфраструктурных, погодных ограничениях в организации пропуска соединенных поездов на полигоне управления. Она способствует осуществлению планирования и учета проведенных соединенных поездов. Система позволяет добиться повышения качества транспортного обслуживания, производительности и улучшения условий труда работников железнодорожного транспорта [4].

Использование соединенных и тяжеловесных поездов потребовало также обновления теоретических разработок по их рациональному пропуску. С помощью моделирования выполнены расчеты по установлению влияния вождения соединенных поездов на параметры потока. Были проведены исследования и выявлены зависимости интенсивности потока поездов от плотности поездопотока при различной доле соединенных поездов. При этом рассматривались различные варианты объединения и их влияние на пропускную способность линии. В результате выявлено, что при одинаковой доле соединенных поездов, равной 10%, вождение строенных поездов снижает пропускную способность на четыре поезда по сравнению с пропуском сдвоенных, а вождение пяти составов, соединенных вместе, — на 9 поездов. Таким образом сделан вывод, что объединение двух поездов является оптимальным. Моделирование движения поездопотока различной структуры позволило рассмотреть изменение интенсивности движения и провозной способности участка при различной доле соединенных поездов [5].

Проведено исследование сфер эффективности применения пропуска соединенных поездов условного железнодорожного полигона. Результаты расчетов представлены в виде номограмм зависимости провозной способности участка от соотношения межпоездных интервалов поездов нормативного веса и тяжеловесного при различных значениях доли соединенных поездов. Номограммы позволяют определить значение соотношений интервалов свыше которых пропуск соединенных поездов технологически нецелесообразен. Результаты проведенного исследования показали, что при планировании пропуска соединенных поездов имеется возможность определить максимальный вес таких поездов в зависимости от значения интервала между поездами [6].

В настоящее время на Восточно-Сибирской железной дороге проводится целенаправленная работа по повышению средней массы и длины грузовых поездов. В графике движения (ГДП) определены специальные нитки для пропуска соединенных поездов с целью уменьшения обгона их пригородными и пассажирскими поездами, разработана Инструкция по организации обращения грузовых соединенных поездов [7]. Изначально движение было организовано только на участке Тайшет-Иркутск и в график движения поездов заложено четыре «нитки» в сутки. В данный момент организация движения поездов повышенного веса и длины

применяется как постоянная система эксплуатации участков и поезда курсируют по всему главному ходу в четном и нечетном направлениях.

Проведенное исследование показало, что пропуск соединенных поездов по участку без изменения технического оснащения линий вносит ряд особенностей в систему их эксплуатации. Одним из важных ограничений беспрепятственного пропуска таких поездов является увеличение продолжительности межпоездного интервала в связи с перегрузками в системе энергоснабжения. Расчеты интервалов были выполнены для пятнадцати участков при различных сочетаниях соединенных и грузовых поездов установленного веса (рис.3).

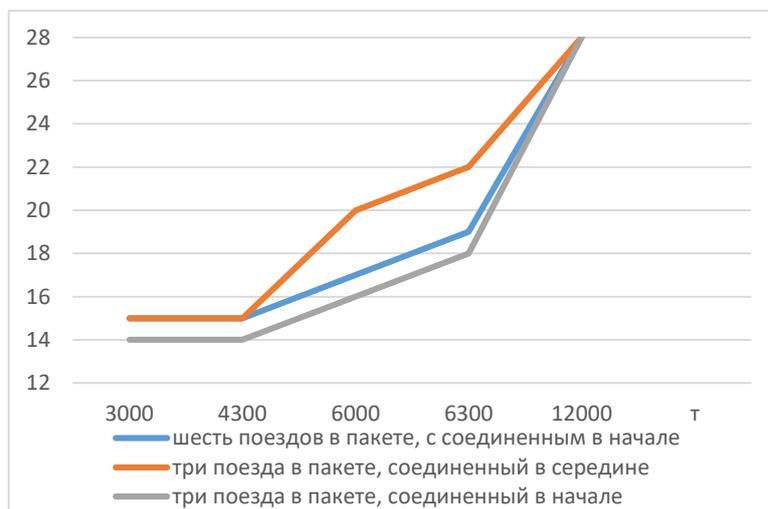


Рис. 3. Влияние веса грузового поезда на межпоездной интервал по условиям энергоснабжения

Из рисунка видно, что оптимальным вариантом является пакет из трех поездов с соединенным в голове. Анализ результатов тяговых расчетов показал, что при увеличении веса грузовых поездов межпоездной интервал во всех случаях увеличивается до 28 минут. Следовательно, применение соединенных поездов требует реконструкции системы энергоснабжения, так как действующая не обеспечивает требуемой мощности энергоресурсов.

Нередко возникают трудности при формировании и расформировании сдвоенных поездов. Продолжительность данных операций составляет от 25 до 37 мин., производиться они могут как на перегоне, так и на станциях. В исследовании были рассмотрены технические возможности станций по формированию соединенных поездов. Практически ни одна станция на рассматриваемом участке не способна полностью разместить такой поезд. Проведенный анализ длины приемо-отправочной путей на направлении Петровский завод- Тайшет показал, что только восемь станций имели длину путей вместимостью более 100 условных вагонов.

Построение и анализ суточных план графиков работы технических станций показали, что объединение двух поездов происходит с занятием горловины, перекрытием вытяжных путей и блокировкой соседних приемо-отправочных путей, что затрудняет прием, отправку с этих путей одиночных поездов, а также производство маневровых передвижений. Данное мероприятие снижает наличную пропускную способность станций формирования и негативно отражается на эксплуатационных показателях работы. Простой транзитного вагона с переработкой в среднем увеличился на 0,72 часа, простой под накоплением на 0,56 часа, экономический ущерб при этом составляет около 1,5 млн. рублей в год. Следовательно, для более быстрого и удобного соединения поездов следует провести реконструкцию железнодорожных станций [8, 9]. Например, увеличить длину путей в приемо-отправочных парках для полного вмещения соединенного поезда или уложить вставку главных путей в горловинах станций для параллельного отправления одиночных грузовых поездов. Проведение таких мероприятий позволит осуществлять соединение и разъединение составов без задержек других поездов.

Технология объединения на перегоне существенно повлияла на показатели графика движения поездов. В процессе разработки графика были установлены особенности пропуска соединенных поездов и возникающие трудности в процессе их продвижения по участку. На основании полученных результатов было установлено, что рассматриваемое мероприятие негативно сказывается на таких показателях, как участковая и техническая скорость, но сокращение количество ниток в графике позволяет повысить средний вес поезда. Для постоянного использования соединенных поездов потребуются реконструкция перегонов. При небольшом количестве соединенных поездов в графике движения будет рациональным укладывать съезд на двухпутном участке, который позволит во время объединения использовать только часть пути на перегоне. В целях увеличения количества поездов возможно строительство параллельно главным путям специальных вставок, что позволит выполнять работу с соединенными поездами без перерывов в движении, не снижая пропускной способности линии.

Все это свидетельствует о том, что благоприятные условия для ввода в обращение поездов повышенной длины в массовом порядке пока отсутствуют. В дальнейшем тяжеловесное движение может быть основано на внедрении более мощных локомотивов, обеспечивающих повышение весовой нормы на направлении [10]. Для Восточного полигона приоритетная задача заключается в определении возможности повышения унифицированной весовой нормы грузовых поездов до 7100 т при использовании вагонов с осевой нагрузкой 245 кН (25 тс).

Заключение

Развитие на сети ОАО «РЖД» движения поездов повышенной длины и веса является перспективным направлением повышения провозной и пропускной способности железных дорог. При этом, учитывая недостаточную готовность имеющейся инфраструктуры, требуется выполнить необходимые мероприятия для устранения существующих ограничений. При решении поставленной задачи требуется учитывать, что выбор оптимальных параметров грузовых поездов необходимо рассматривать комплексно, с учетом всех элементов, влияющих на пропускную способность направления. Таким образом, в настоящий момент организация движения соединенных поездов может быть рекомендована, как временное мероприятие в период предоставления «окон» для ремонтных и строительных работ участках железной дороги.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пробег беспилотных тяжеловесных поездов компании Rio Tinto в Австралии превысил 4,5 млн километров [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. - Режим доступа: Сайт «Железные дороги мира», свободный. - URL: <http://www.zdmira.com/news/probegbespilotnyhtazelovesnyhpoezdovkompaniiriotintovavstraliiprevysil45mlnkilometrov> . – Загл. с экрана. (дата обращения: 27.01.2020)
2. Сотников Е. А. Эксплуатация в пределах полигона / Е. А. Сотников // Гудок. - 2017. - № 191(26 октября). - С. 5
3. ЗабЖД в 2,2 раза увеличила пропуск соединенных поездов в I квартале 2019 года [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. - Режим доступа: Сайт «Гудок», свободный. - URL: <https://www.gudok.ru/news/transport/zd/?ID=1461370>. – Загл. с экрана. (дата обращения: 27.01.2020)
4. Зубков В.В., Раевская П. Е., Амельченко О. В. Автоматизированная система организации планирования, ведения, учета соединенных поездов (АСОПВУС)// Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XVII Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2018, С.56–58.
5. Левин, Д. Ю. Эксплуатационная работа железных дорог: аксиомы и закономерности: учеб. пособие / Д.Ю. Левин. — Москва : ИНФРА-М, 2017. – 332 с.
6. Климова Е. В. Исследование сфер эффективности применения технологии пропуска соединенных и тяжеловесных поездов// Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2017. № 4 (43). С. 66–73.

7. Инструкция по организации обращения грузовых соединенных поездов и поездов повышенной массы и длины на Восточно-Сибирской железной дороге от 21.11. 2016, №315 – 38 с. https://www.google.com/search?ei=ON1QXtyCM_iFwPAPr9WigAY&q

8. Иванкова Л.Н., Иванков А.Н., Куныгина Л.В. Совершенствование схем и технологии работы решающих технических и грузовых станций Восточного полигона//Современные подходы к управлению на транспорте и в логистике: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Москва. – 2016, С.52– 56.

9. Железнов Д.М. Методология усиления провозной способности железных дорог России в условиях реформы отрасли // автор. дисс. докт. техн. наук: 05.22.08 . МИИТ. – Москва, 2014. – 48 с.

10. Гильманов А. И. Увеличение массы поезда по сети железных дорог [Электронный ресурс] / А. И. Гильманов, О. И. Залогова // Молодая наука Сибири: электрон. научн. журн. – 2018 - №1 - Режим доступа: <http://mnv.irkgups.ru/toma/11-2018>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз.рус., англ. (дата обращения:27.01.2020).

REFERENCES

1. Rio Tinto unmanned heavy train mileage in Australia exceeded 4.5 million kilometers [Electronic resource]. - The electron. textual data - Access mode: Site "Railways of the world", free. - URL: <http://www.zdmira.com/news/probegbespilotnyhtazelovesnyhpoezdovkompaniiriotintovavstraliiprevysil45mlnkilometrov>. - The title from the screen. (Accessed: 01/27/2020)

2. Sotnikov E. A. Operation within the landfill / E. A. Sotnikov // Gudok. - 2017. - No. 191 (October 26). - P. 5

3. ZabZhd increased 2.2 times the pass of connected trains in the I quarter of 2019 [Electronic resource]. - The electron. text data - Access mode: Site "Beep", free. - URL: <https://www.gudok.ru/news/transport/zd/?ID=1461370>. - The title from the screen. (Accessed: 01/27/2020)

4. Zubkov V. V., Raevskaya P. E., Amelchenko O. V. The automated system of planning, management, accounting United trains (ASOPUS) [Avtomatizirovannaya sistema organizatsii planirovaniya, vedeniya, ucheta soyedinennykh poyezdov (ASOPVUS)]// Modern technologies: current issues, achievements and innovations: collection of articles of the XVII International scientific and practical conference. - Penza: ICNS «Science and Education». – 2018, p.56– 58.

5. Levin D. Yu. Operational work of Railways: axioms and regularities [Ekspluatatsionnaya rabota zheleznykh dorog: aksiomy i zakonomernosti]: studies. manual / D. Yu. Levin. - Moscow: INFRA-M, 2017. – 332 p.

6. Klimova E. V. Research of the spheres of efficiency of using the technology of passing connected and heavy trains [Issledovaniye sfer effektivnosti primeneniya tekhnologii propuska soyedinennykh i tyazhelovesnykh poyezdov]//*Bulletin of the Siberian state Transport University [Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta puteĭ soobshcheniya]*.2017. № 4 (43). p. 66–73.

7. Instructions for organizing the circulation of freight connected trains and trains of increased weight and length on the East Siberian railway [Instruktsiya po organizatsii obrashcheniya gruzovykh soyedinennykh poyezdov i poyezdov povyshennoy massy i dliny na Vostochno-Sibirskoy zheleznoy doroge]from 21.11. 2016, no. 315–38 p. https://www.google.com/search?ei=ON1QXtyCM_iFwPAPr9WigAY&q

8. Ivankova L. N., Ivankov A. N., Kunygina L. V. Improvement of schemes and technologies of operation of crucial technical and cargo stations of the Eastern polygon [Sovershenstvovaniye skhem i tekhnologii ekspluatatsii vazhneyshikh tekhnicheskikh i gruzovykh stantsiy Vostochnogo poligona] // *Modern approaches to management in transport and logistics: collection of materials of the all-Russian scientific and practical conference [Sovremennyye podkhody k upravleniyu na transporte i v logistike: sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. – Moscow. – 2016, p.52– 56.

9. Zheleznov D. M. Methodology for enhancing the carrying capacity of Russian Railways in the context of industry reform [Metodologiya usileniya provoznoy sposobnosti zheleznykh dorog

Rossii v usloviyakh reformy otrasli] Diss. doctor. Techn. Sciences: 05.22.08 . МПТ. – Moscow, 2014. – 48 p.

10. Gilmanov A. I., Zalogova O. I. *Uvelicheniye massy poyezda po seti zheleznykh dorog* [Increase of train weight on the railway network] [Electronic resource] *Molodaya nauka Sibiri: elektron. nauch. zhurnal* [Young science of Siberia: electron. scientific. journal], 2018, no. 1.

Информация об авторах

Сергиенко Владимир Евгеньевич - студент группы ЭЖД. 1-16-3, факультета «Управление на транспорте и информационные технологии», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск.

Залогова Ольга Ивановна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление процессами перевозок на железнодорожном транспорте», Иркутский государственный университет путей сообщения, г Иркутск, e-mail: oizalogova@gmail.com.

Authors

Vladimir Evgenievich Sergienko - student of the EZD group. 1-16-3, faculty «Transport Management and information technology», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: svlad_99@mail.ru

Ol'ga Ivanovna Zalogova – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., Assoc. Prof. at the ubdepartment of Operation Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: oizalogova@gmail.com

Для цитирования

Сергиенко В. Е. Анализ эффективности применения технологии пропуска соединенных поездов на полигоне дороги [Электронный ресурс] / В. Е. Сергиенко, О. И. Залогова // Молодая наука Сибири: электрон. научн. журн. – 2020 - №1 - Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru/toma/17-2020>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 27.03.2020).

For citation

Sergienko V.E., Zalogova O. I. *Analiz effektivnosti primeneniya tekhnologiy propuska soyedinitel'nykh poyezdov na poligone dorogi* [Analysis of the technology for passing linked trains effectiveness on a railway loop]. *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Young science of Siberia: electronic scientific journal], 2020, no. 1. [Accessed 27/03/20]