

УДК 621.317.75: 378.14

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ РЕГИСТРИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ МАГИСТРАНТОВ

**Бейсембаев К.М., Мендикенов К.К., Малыбаев Н.С.,
Нокина Ж.Н., Левщанов Р.В., Макухин О.С.**

Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: Kakim08@mail.ru

Работоспособность машин определяется качеством исследования их параметров. Умение проведения исследований открывает возможности создания и совершенствования новой техники, эффективных систем управления. Несоответствие между содержанием образования и требованиями современного производства приводит к необходимости улучшения образовательных программ с возрастанием в них роли научных исследований. Они должны проводиться с применением микроэлектроники, программирующих, моделирующих, регистрирующих систем с аналоговым и цифровым выводом. Необходим опыт сборки элементов и приборных модулей, проведения замеров с тензометрированием и осциллографированием основных технических процессов работы машин, соединения классических школ механики и современных технологий на основе CAD, CAM, CAE пакетов. Для примера рассмотрена разработка поворотного конвейера, определены особенности движения тягового органа со скребками, выявлены факторы, которые затрудняют его исследование, параметры, которые должны анализироваться и методические особенности их замеров и сохранения. Сформированы элементы, методические принципы и содержание регистрирующей системы. Обучение строится с изучением конструктивных схем машин, которые при их новизне должны иметь реальные показатели к расширению области их применения, с публикацией результатов исследований и проведением патентно-лицензионной работы.

Ключевые слова: регистрация, осциллограф, Ардуино, датчик, моделирование, поворотный конвейер

DEVELOPMENT OF THE ELEMENTS OF THE REGISTRATION SYSTEM IN THE SCIENTIFIC RESEARCH WORK OF MASTERS

**Beysembaev K.M., Mendikenov K.K., Malybaev N.S.,
Nokina Zh.N., Levshchanov R.V., Makukhin O.S.**

Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: Kakim08@mail.ru

The efficiency of machines is determined by the quality of research of its parameters. The ability to hold them opens up the possibility of creating and improving new technology, effective management systems. The discrepancy between the content of education and the requirements of modern production leads to the need to improve educational programs with the increasing role of research in them. They should be carried out using microelectronics, programming, modeling, recording systems with analog and digital output. Experience in assembling instrument modules, carrying out strain gauging and oscillography of basic technical processes, combining classical schools of mechanics and modern technologies based on CAD / CAM / CAE packages is required. For example, the development of a rotary conveyor is considered, the specific features of the movement of the traction unit with scrapers are identified, the factors that make its study difficult, the parameters to be analyzed and the methodological features of their fixation are identified. Formed elements, methodological principles and content of the recording system. The training is built with the study of the constructive schemes of the machines, which, if they are new, should have real indicators to expand their field of application, with the publication of research results and the conduct of patent and licensing work.

Keywords: registration, oscillograph, Arduino, sensor, modeling, rotary conveyor

Разработка запасов твердых минералов в благоприятных горно-геологических условиях сокращается, а для технологий отработки сложноизвлекаемых запасов с высокой производительностью добычи необходимы конвейеры с возможностью разворота става в любой его зоне на 90°. Ввиду изменения схемы взаимодействия тягового органа со ставом конвейера в зоне разворота, необходимы исследования его параметров [1, 2]. Проведение таких работ в условиях потери навыков к проектной и научно-исследовательской работе, при иностранных собственниках производства, возможно за счет повы-

шение роли научно-исследовательской работы (НИР) в магистратуре, которая теперь должна поставлять кадры, в сроки, вписывающиеся в рамки создания одного проекта. Это стало возможным и за счет интенсификации грантовых исследований от министерств Казахстана и вовлечения в них выпускников. Для использования НИР на производстве проекты должны иметь практическую направленность, патенты уровня Евразийской патентной организации ЕАПО, а в области фундаментальных наук сопровождаться публикацией результатов в журналах баз Web of Science, Scopus.

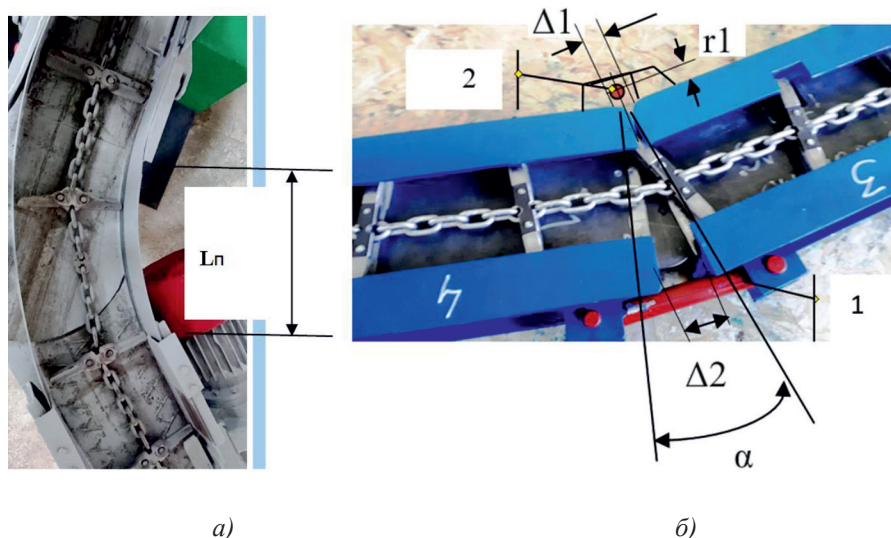


Рис. 1. Стенд (а) и макет (б): L_n – длина упругого секторного отражателя; 1, 2 – поворотно-поступательные и поворотные шарниры; $\Delta 1, \Delta 2$ – зазоры на стыке; $r1$ – радиус поворота борта

Для показательного анализа (рис. 1) выбраны схемы конвейера, способного разворачивать транспортный поток в любой зоне става следующих конструктивных схем:

- узел с упругими секторными отражателями в зонах стыка рештаков;
- с прямолинейными рештаками, состыкованными с одной стороны при минимальных зазорах до 0,01 м.

Цель исследования: подготовка методических элементов разработки инструментальной базы для исследования поворотно-конвейера и улучшения обучения НИР магистрантов.

Материалы и методы исследования

Для качественного проведения НИР необходима разработка универсальных приемов регистрации и диагностирования параметров машин [1–3]. В исследованиях определяется сила реакции бортов на скребки в статическом режиме (рис. 1), поскольку в среднем скорость движения цепи равномерна (без ускорения). Выполняются анализ кинограмм для обоих действующих стендов, протягивание цепи со скребками (вручную или с применением специальных средств) по отдельности на рабочей и холостой ветви. Это производится с учетом того, что режимы их работы различны из-за геометрических отличий стыков элементов рештака, по которым скользят скребки. Различны и усилия натяжения ветвей. В результате удается устранить взаимное влияние факторов, имеющих место на отдельных ветвях. Определение нагрузок в зонах опоры скребков о борт может производиться при натяжении цепи встроенными нагрузочными устройствами винтового типа и фиксироваться динамометрами. Кроме того, устраняется влияние ударов скребков и их торможение при обходе лучей звездочки в наклонном положении. При

этом можно было менять конфигурацию скребков, изменять шаг установки, что в свою очередь может позволить определить распределение нагрузок на скребки в момент подхода к зоне стыка и особенно для рис. 1, б, и 2. Для повышения точности исследований и информации о процессах, происходящих при развороте и перемещении конвейера необходимо их осциллографирование на основе профессиональных, а также авторских систем, что подтверждается опытом университета ТПУ РФ. Например, для полной информации о динамике тягового органа необходимы датчики, способные регистрировать данные о состоянии звеньев цепи перемещающихся вдоль става и при обходе головной и хвостовой звездочки. Анализ экспериментальных исследований работоспособности конструкции должен сочетаться с имитационным моделированием, на пакете динамического моделирования Adams, которое поэтапно должно совершенствоваться.

Результаты исследования и их обсуждение

В данном случае эффективность исследования повышается при соединении методов, созданных еще в СССР, с направлениями, связанными с информационными технологиями, в которых профессиональный специалист значительно помолодел и часто находится в одной возрастной группе с обучающимися (выпускники со стажем работы от 1 до 4 лет). Обучение должно иметь творческую привлекательность, развивать обучаемых и обучающихся, основываться на изучении промышленных систем имеющих будущее.

Оригинальная методика исследования для представленных схем предполагает определение опорных усилий на основе от-

тяжки скребка до момента потери контакта с бортом. Дополнительное усилие, возникшее за счет изменения изгиба цепи при оттягивании, мало и может быть учтено отдельно. Для замера натяжения использовался датчик растяжения и аналоговый динамометр.

Визуальный анализ кинограмм особенно важен для выявления особенностей движения скребка, проходящего зону поворота. Так, например, ожидается наклон скребков при вхождении в зону поворота, и особенно для второго варианта исследований (рис. 3). Сепарация закономерностей по конструктивным факторам становится очевидной при устранении грубых отклонений от режимов обработки деталей. Так это улучшилось после сглаживания торцов нижней секции борта рештака, что не было выполнено при изготовлении. В частности, был минимизирован фактор торможения скребка на холостой ветви при переходе с рештака на рештак в зоне максимального раскрытия стыка, т.е. со стороны борта с большим радиусом поворота, где имеем зазор $\Delta 2$ (рис. 1).

Таким образом было выявлено, по холостой ветви:

- удары скребков о торцы рештаков особенно в зоне большего диаметра поворота, если при недостаточном натяжении ветви происходит западание вниз звеньев цепи;

- в натянутом состоянии цепи в основном торможение происходит на стыках рештаков в зазорах $\Delta 1 = 5$ мм (на макете) между рештаками (рис. 1).

На рабочей ветви торможение происходит на тех же стыках, что следует из специфического движения в этой зоне скребков с наклоном к борту. Кроме того выявлены и другие причины:

- в районе приводной звездочки и зоне при подходе скребков к рештакам в результате отсутствия закрывающих пластин бортов (а это сделано для улучшения условий визуального наблюдения за движением) в ряде случаев происходили столкновения скребков при входе в рештаки с торцами бортов, так как продольные относительно става колебания скребков (вверх вниз, аналогично рис. 3, а, б) не ограничивались Т-образными бортами ввиду их отсутствия;

- в результате неточностей проектирования звездочки в ряде случаев имеет место её обвод скребками, занимающими наклонное положение, с ударами и торможением;

- трудность регулирования натяжного устройства в связи с заклиниванием подвижной, скользящей части за счет расположения его направляющих ниже оси звездочки, когда усилие пружин высоко и вызывает

повышенные усилия прижатия скребков к бортам.

При исследованиях применяем:

- расчет усилия в пакете Adams (в статике и динамике на основе линеаризации уравнений динамики определяются опорные усилия, скорости и ускорения скребков);

- экспериментальные замеры в машинном зале КарГТУ, с использованием тензометрирования, а также на основе методики с оттягиванием скребка;

- экспериментальные замеры на макете поворотного конвейера методом фотоупругости.

Для обеспечения поворотов в секциях конвейера имеются шарнирные системы. Регулирование поворота осуществляют гидроцилиндром с записью давления в полостях. К тройнику входа к гидроцилиндру подсоединяется датчик давления. Изменение давления можно записать стрелочным манометром (с видеофиксацией), прибором ИПД (индикатор динамических параметров) и осциллографом (рис. 4, а). Трехканальный ИПД позволяет записать параметры динамических процессов со стандартными выходными сигналами от 0 до 5 В или от 0 до 5 мА постоянного тока. Они позволяют запоминать 1001 выборку показаний подключенного датчика по трем каналам (период записи от 0,1–5 с), выводить результаты измерений в виде графика на встроенном дисплее, распечатывать, выводить данные на компьютер и сохранять последние измерения при отключении тока. Осциллографирование процессов связано и со сложностью проведения экспериментов, так при повороте на заданный угол прижатие скребков к борту будет изменяться, а значит, и сила трения между скребками и бортом. Фиксация таких факторов строится на анализе особенностей работы многозвенной системы и гидроцилиндров и неоднозначна. Например, на стае конвейера возможно создание небольших сопротивлений, имитирующих трение о почву за счет подвеса груза, который надо двигать по почве, что позволяет оценить сложный процесс ввода конвейера в камеру. В гидроцилиндре для предотвращения поломки следует управлять давлением и необходимы схемы с повышенной точностью записи во времени [4], что важно и для исследования работы группы скребков (рис. 2). В данном случае с датчиком давления и другими аналоговыми системами рассмотрено применение модульных платформ на основе Ардуино [5, 6] и других микросхем [7]. Используются компоненты: дисплей с выводом цифровых значений, аналогово-цифровой преобразователь

Atmega 328p (АЦП), блок питания 24 вольт 1 ампер (для портативности прибора), аккумуляторная батарея АКБ 24 вольт, стабилизатор напряжения на 24 вольт и 5 вольт, резисторы (250 Ом), ноутбук, программный код для визуального, наглядного просмотра измерения давления, соединительные кабели и разъёмы с умением их самостоятельного конструирования. Схеме можно придать дополнительные функции, создав кнопку переключения режимов, разных измерительных систем и датчиков. Аналоговый датчик давления имеет на выходе ток от 4 мА до 20 мА, напряжение от 15 до 30 вольт, а у АЦП питание 3,3 вольта, поэтому невозможно подключить напрямую

датчик к АЦП. Подключение осуществляется токоограничивающим резистором на 250 Ом. С этого же резистора снимаем падение напряжения, которое по закону Ома пропорционально току на выходе датчика. Для проектирования необходим опыт модульной разработки приборов с микросхемами, встроенными в движущиеся элементы конвейера. Для используемого АЦП (Atmega 328p)-10 bit обозначает 1023 отсчетов от 0 до 1023 (в схеме собранного блока на Ардуино на рис. 4, в, микросхема в виде ромбика). АЦП будет снимать падение напряжения со своего Pin'a аналогового входа и преобразовывать в цифровые значения.



Рис. 2. С несколькими дополнительными скребками: 1 – скребок, 2 – контактная зона

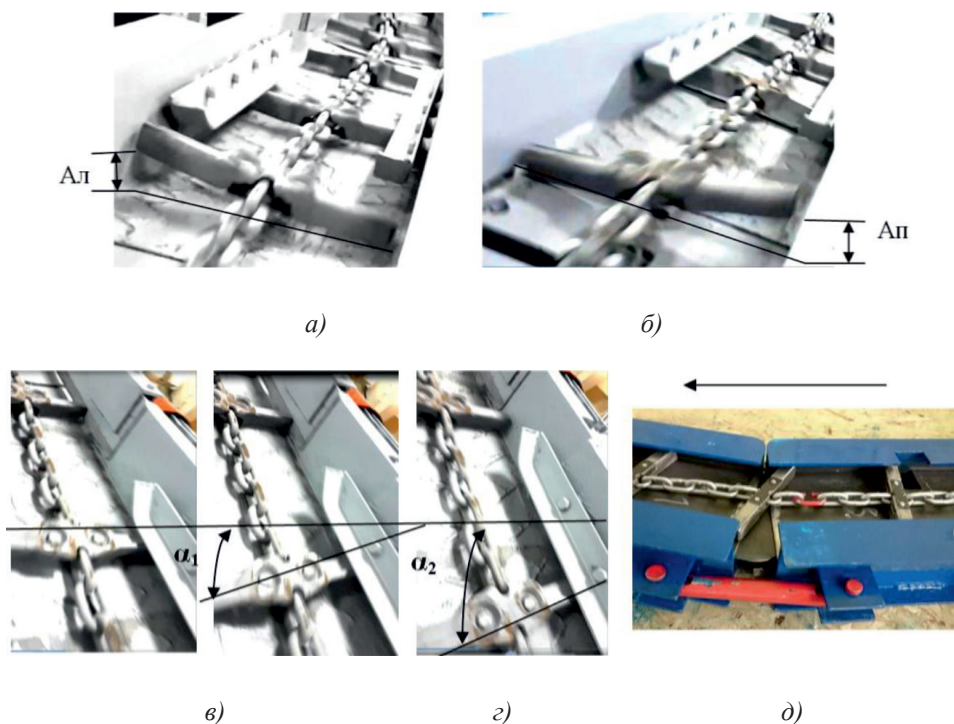
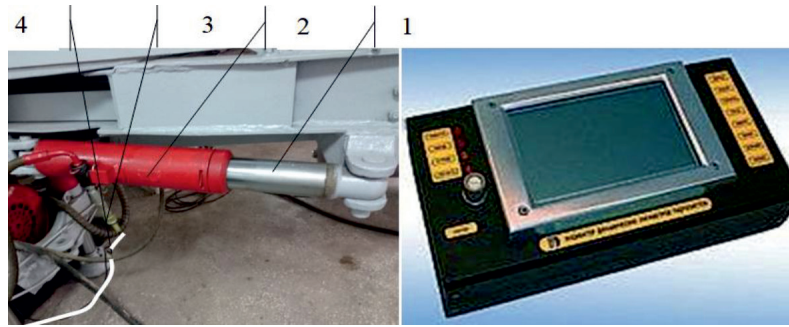
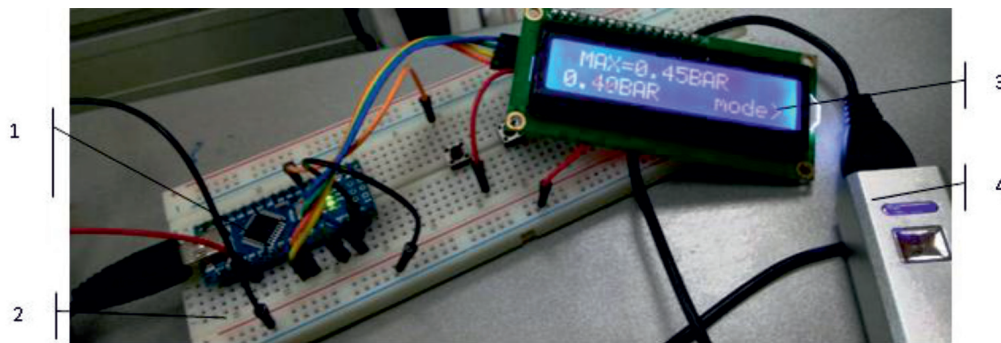


Рис. 3. Колебания скребков: а, б – поперечные с амплитудой $A_л$ и $A_п$; в, г – кинограммы при сопротивлении на правом торце скребка, и макете (д), движение по стрелке

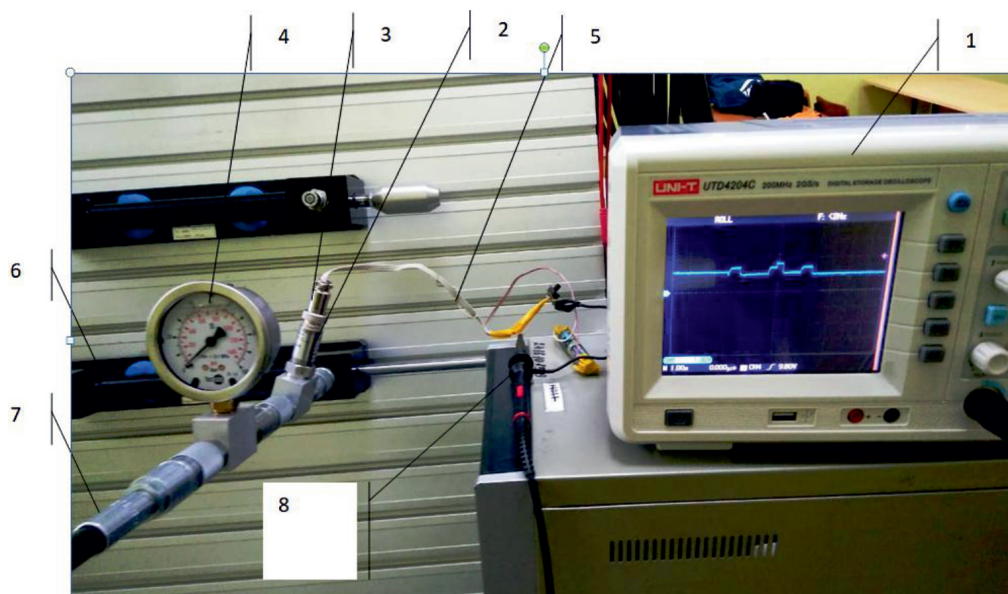


а)

б)



в)



з)

Рис. 4. Тензометрирование: а) 1 – шток, 2 – цилиндр, 3 – датчик давления, 4 – шлейф; б) ИДП; в) АЦП, плата Ардуино, 3 – мини-дисплей, 4 – Power bank 5 V; з) 1 – осциллограф; 2 – датчик давления; 3 – разъем; 4 – манометр, 5 – провод разъёма; 6 – гидроцилиндр; 7 – общий распределитель с давлением от системы Festo, 8 – клеммы подключения

Значение 0 вольт равно нулевому значению цифрового преобразователя, а при $5v = 1023$ эти данные позволяют произвести основную обработку данных в Вар. На основе пакета Spotter можно на компьютере с помощью написанного программного кода выводить данные в виде графика. Для испытания датчика и записывающей системы предварительно произведены контрольные включения ручного осциллографа фирмы Fluke, совместно с собранным на базе Ардуино прибором (рис. 4, г). Установлена величина максимального давления на аналоговом и цифровом приборе, значения которых одинаковы. Затем в составе основного осциллографа UNI-TUTD4204С произведено подключение датчика к гидроцилиндру на стенде Festo и получены графики изменения давления при включении штока на втягивание.

Заключение

Представленная система контроля является универсальной и приспособляется к различным системам. При этом задачи исследования поворотного узла конвейера с применением указанных способов сводятся к контролю тяговых усилий, вибраций в опорных зонах привода, фиксации продольных и поперечных колебаний, особенностей распределения опорных усилий от тягового органа. Апробированы возможности регистрации параметров технологии работ при перемещении конвейера в камеру, и движения цепи вдоль основных элементов конвейера с учетом особенностей процессов, происходящих при повороте, при этом обоснованы возможности обеспечения безопасной амплитуды колебаний, а на их основе конструктивные схемы элементов рештаков, предотвращающие аварийное столкновение скребков при колебаниях. Важным элементом исследований и проводимых работ является подготовка профессиональных навыков у обучающихся к моделированию, исследованию, проекти-

рованию и эксплуатации технологических машин, которые непосредственно используются при выполнении проекта.

Исследование выполнено по теме АР05134441 «Разработка, изготовление и испытание новой конструкции поворотного узла конвейера с поворотом грузопотока на угол до 90 градусов в плоскости почвы выработки для систем забойной выемки и криволинейных выработок».

В работе принимали участие О.С. Решетникова, Д.Е. Оразбеков, магистранты А.А. Лапушкин, Е.М. Абдрахманов, Ж.Х. Тохтаров.

Список литературы

1. Жетесова Г.С., Бейсембаев К.М., Малыбаев Н.С., Юрченко В.В., Шманов М.Н. Разработка базовой технологии выемки ископаемого с поворотом конвейера на 90° // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329. № 8. С. 37–49.
2. Бейсембаев К.М., Решетникова О.С., Акижанова Ж.Т., Абдрахманов Е.М., Лапушкин А.А., Макухин О.С. Робототехника, образование и ресурсосберегающие технологии // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 1. С. 10–15.
3. Исабеков М.У. Новые подходы к улучшению системы управления организаций технического и профессионального образования. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.facebook.com/groups/RPPTritr/permalink/2462119343819325/> (дата обращения: 21.05.2019).
4. Андрейко С.С., Перминов К.М. Разработка технологии добычи калийной руды с применением изгибающегося конвейер-поезда // Известия вузов. Горный журнал. 2013. № 3. С. 4–9.
5. Залесский Б.А., Мисников В.А., Жук Р.С. Алгоритмы обработки данных, получаемых с датчиков давления гидроцилиндров забойных крепей // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя фізіка-тэхнічных навук. 2017. № 3. С. 118–128.
6. Гребенников В.В. Осциллографирование электрических сигналов, методические указания к выполнению лабораторной работы По дисциплине «Электроника и микропроцессорная техника» для студентов направлений 200100 «Приборостроение» и 200400 «Оптотехника» Изд-во Томского политехнического университета 2013. 39 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://docplayer.ru/26042758-Oscillografirovanie-elektricheskikh-signalov.html> (дата обращения: 21.05.2019).
7. Dispensing Innovation – made in Germany. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.marco.de/index.php?page=dispensing> (дата обращения: 21.05.2019).