

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

**Современные достижения
научно-технического прогресса**

№5(5), Ноябрь 2022

Peer-reviewed scientific journal
«Modern achievements scientific and technological progress»
November 2022, №5(5)



LJournal

Научно-издательский центр

Т33

Рецензируемый научный журнал «Современные достижения научно-технического прогресса» №5(5), Ноябрь 2022 - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2022 - 28 с.

Peer-reviewed scientific journal «Modern achievements scientific and technological progress» November 2022, №5(5), - Scientific center "LJournal", Samara, 2022 - 28 pages.

doi журнала: 10.18411/sdntp

doi номера: 10.18411/sdntp-11-2022

Современные достижения научно-технического прогресса - это рецензируемый научный журнал, в который включены результаты научных исследований из самых важных областей научных знаний.

Периодичность выхода журнала – 6 раз в год. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в журнале, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.ru>

© Научный центр «LJournal»
© Университет дополнительного
профессионального образования

© Scientific center "LJournal"
© The university of additional
professional education

УДК 001.1
ББК 60

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Чернопятов Александр Михайлович
Кандидат экономических наук, Профессор

Ильященко Дмитрий Павлович
Кандидат технических наук

Андреева Ольга Николаевна
Кандидат филологических наук, Доцент

Попова Наталья Владимировна
Кандидат педагогических наук, Доцент

Вражнов Алексей Сергеевич
Кандидат юридических наук

Чебыкина Ольга Альбертовна
Кандидат психологических наук

Мирошин Дмитрий Григорьевич
Кандидат педагогических наук, Доцент

Овчинников Евгений Леонтьевич
Кандидат биологических наук

Пузыня Татьяна Алексеевна
Кандидат экономических наук, Доцент

Байрамова Айгюн Сеймур кызы
Доктор философии по техническим наукам

Теплухин Владимир Клавдиевич
Доктор технических наук, Профессор

Романова Ирина Валентиновна
Кандидат экономических наук, Доцент

Гуткевич Елена Владимировна
Доктор медицинских наук

Царегородцев Евгений Леонидович
Кандидат технических наук, доцент

Дробот Павел Николаевич
Кандидат физико-математических наук, доцент

Абасова Самира Гусейн кызы
Кандидат экономических наук, Доцент

Ханбабаева Ольга Евгеньевна
Кандидат сельскохозяйственных наук, Доцент

Ерыгина Анна Владимировна
Кандидат экономических наук, Доцент

Петраш Елена Вадимовна
Кандидат культурологии

Ефременко Евгений Сергеевич
Кандидат медицинских наук, Доцент

Жичкин Кирилл Александрович
Кандидат экономических наук, Доцент

Ларионов Максим Викторович
Доктор биологических наук, Доцент

Лыгин Сергей Александрович
Кандидат химических наук, Доцент

Шамутдинов Айдар Харисович
Кандидат технических наук, Профессор

Хачатурова Карине Робертовна
Кандидат педагогических наук

Григорьев Михаил Федосеевич
Кандидат сельскохозяйственных наук

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. МАШИНОСТРОЕНИЕ	5
Маркарян С. Е., Акопян О.Т., Акопян Л.Р. Лабораторная установка для определения расхода жидкого консерванта	5
РАЗДЕЛ II. СТРОИТЕЛЬСТВО	8
Саблин Е.Э., Шеховцов А.С. Рабочая модель каменного цилиндрического свода в программном комплексе abaqus	8
РАЗДЕЛ III. НАУКИ О ЗЕМЛЕ	15
Зотеев Д.В. Использование инструментов математической статистики для прогнозирования производительности предприятия в условиях филиала АО «СУЭК-Красноярск» «Разрез Бородинский имени М.И. Щадова»	15
РАЗДЕЛ IV. ПЕДАГОГИКА	21
Акованцева А.М. Дидактические возможности онлайн-доски Miro для формирования умений иноязычного общения у взрослых обучающихся в процессе изучения английского языка	21
РАЗДЕЛ V. ИСТОРИЯ И АРХЕОЛОГИЯ	25
Карчава О.В История развития китайских космических технологий	25

РАЗДЕЛ I. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Маркарян С. Е., Акопян О.Т., Акопян Л.Р.

Лабораторная установка для определения расхода жидкого консерванта

Национальный Аграрный Университет Армении

(Армения, Ереван)

doi: 10.18411/sdntp-11-2022-01

Аннотация

Представлены схема и принцип действия лабораторной установки для определения расхода жидкого консерванта, проходящего через отверстие крана подачи жидкости к силосуемой массе. Приведена формула определения расхода консерванта путем замера объема жидкости, поступающей в мерную емкость за определенное время.

Ключевые слова: силосуемая масса, комбайн, жидкий консервант, расход, лабораторная установка.

Abstract

The article describes the scheme and principle of operation of the laboratory facility for determining the consumption of the liquid preservative that passes through the hole of the valve to supply liquid to the ensilage mass. It presents the formula for determining the consumption of preservative entering the volumetric container for a certain time.

Keywords: ensilage mass, harvester, liquid preservative, consumption, laboratory facility.

С целью расширения кормовой базы для животноводства необходимо внедрение новых технологий заготовки кормов. К таким технологиям несомненно относится технология заготовки силоса с применением химических консервантов, в частности, жидких [2]. Эта технология способствует уменьшению степени порчи кормов по сравнению с обычным силосованием, подавляет развитие гнилостных и маслянокислых бактерий, что приводит к получению силоса хорошего качества и сокращению потерь питательных веществ [3]. Однако данная технология до сих пор широко не внедрена в практику кормопроизводства из-за отсутствия эффективного оборудования для внесения жидких консервантов в силосуемую массу. Кроме того, в известных устройствах к кормоуборочным комбайнам для внесения жидких консервантов не обеспечивается автоматическое регулирование подачи консерванта при изменении подачи зеленой массы в комбайн, что приводит к неравномерности внесения этого консерванта и, как следствие, к снижению качества силоса [1].

С целью решения этой задачи разработано специальное устройство, принцип работы которого заключается в том, что при прохождении зеленой массы между гладким вальцом и ребристым барабаном комбайна, последний поворачивается и с помощью тросо-тягового механизма поворачивается ручка двойного пробкового крана [5]. Чем на большую высоту поднимается ребристый барабан, что имеет место при увеличении количества проходящей через комбайн зеленой массы, тем на больший угол поворачивается ручка двойного пробкового крана [4]. В результате в комбайн поступает соответственно большее количество консерванта. При опускании ребристого барабана, что имеет место при уменьшении количества зеленой массы, происходит обратный процесс, т. е. в комбайн поступает меньшее количество консерванта. Таким образом, разработанное устройство позволяет изменять количество подаваемого в комбайн консерванта при изменении количества зеленой массы, проходящей через этот комбайн.

Для определения расхода жидкого консерванта, проходящего через отверстие крана подачи жидкости к силосуемой массе, разработана и изготовлена лабораторная установка, схема которой, представлена на рисунке 1.

Установка состоит из насоса 2, приводимого в действие электродвигателем 1, резервуара 3 для жидкого консерванта, внутри которого установлена смешивающая труба (распределитель) 4, удерживаемая посредством вертикальной трубы 5 гайкой 6. Всасывающий патрубок насоса 2 посредством трубы 7 связан с резервуаром 3, а нагнетательный патрубок насоса посредством трубы 8 соединен с тройником 9. Ко второму отводу тройника 9 подсоединена труба 11 обратной подачи жидкости с краном 10 регулировки давления, а третий отвод тройника 9 связан с тройником 12. Второй отвод тройника 12 трубой 13 с манометром 14 соединен с краном подачи жидкости к силосуемой массе двойного крана 16, а третий отвод тройника 12 трубой 15 соединен с краном обратной подачи жидкости двойного крана 16. Кран обратной подачи жидкости с другой стороны соединен посредством трубы 5 с распределителем 4. Кран подачи жидкости к силосуемой массе двойного крана 16 с обратной стороны соединен с трубой 17, по которой жидкость попадает в мерную емкость 18. На двойном кране 16 жестко закреплен транспортир 19 со шкалой в градусах. На пробке двойного пробкового крана 16 закреплена стрелка 20 и поворотная ручка 21.

Установка работает следующим образом

При включении электродвигателя 1 насос 2 выкачивает жидкий консервант из резервуара 3 и подает его к тройнику 9, где часть жидкости по трубе 11 попадает обратно в резервуар 3, а другая часть подается к тройнику 12, откуда часть жидкости по трубе 13 направляется к крану подачи жидкости в силосуемую массу двойного крана 16 и далее по трубе 17 в мерную емкость 18. Другая часть жидкости из тройника 12 по трубе 15 поступает к крану обратной подачи двойного крана 16 и далее по трубе 5 к смешивающей трубе 4.

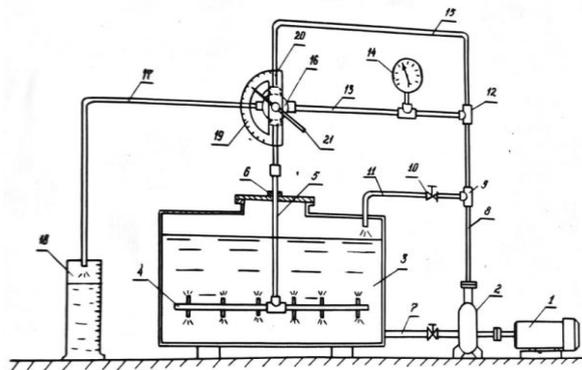


Рисунок 1. Схема установки для определения расхода жидкого консерванта, проходящего через отверстие крана подачи жидкости к силосуемой массе.

Давление в системе регулируется краном 10 и измеряется манометром 14 типа МТК. Расход консерванта через трубу 17 изменяется поворотом пробки двойного крана посредством ручки 21, а угол поворота пробки измеряется по шкале транспортира 19. В процессе экспериментов давление изменялось в пределах от 50 до 200 кПа.

Для нагнетания жидкости использовался центробежный насос марки К8/18 с напором 18 м и подачей 8 м³/ч.

Емкость резервуара 3 составляла 100 л. В качестве мерной емкости 18 использовалась мензурка объемом 2000 мм³ с ценой деления шкалы 20 см³.

Расход консерванта определялся путем замера объема жидкости, поступившей в мерную емкость за время t (измеряемое секундомером), по следующей формуле:

$$Q = \frac{V\rho}{t}, \text{ г/с}$$

где v -объем жидкого консерванта, поступившего в мерную емкость за время одного опыта, см³ ; ρ – плотность жидкого консерванта, г/см³ ; t – время одного опыта, с.

1. Геворкян Г.К. и др.. Смеситель для жидких ядохимикатов и консервантов. А. с. N 1595422 (СССР). Оpubл. в. Б.И., 1990, N 36.
3. Завражанов А.И., Николаев Д.И. Механизация приготовления и хранения кормов. – М.:Агропромиздат, 1990. – 336 с.
4. Мак-Дональд П. Биохимия силоса (пер. с англ. Н.М. Спичкина).- М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.
5. Маркарян С.Е., Акопян О. Т., АрутюнянТ.Г.. Расчет подающего жидкий консервант трубопровода и определение глубины намачивания силосуемой массы. Сб. материалов V международной научно – практической конф. «Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков», Новосибирск, 2014., С. 66-67
6. 5 .Маркарян С. Е., Акопян О. Т., Арутюнян Т. Г.. Оптимизация конструктивных параметров и эксплуатационных режимов устройства для разбрасывания органических кислот. Известия НАУА, N1, Ереван, 2013., С. 82-87.

РАЗДЕЛ II. СТРОИТЕЛЬСТВО

Саблин Е.Э., Шеховцов А.С.

Рабочая модель каменного цилиндрического свода в программном комплексе abaqus

«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/sdntp-11-2022-02

Аннотация

Использование метода конечно-элементного моделирования позволяет решать практически любые краевые задачи, учитывая пространственную работу конструкции и свойства материала. В данной работе смоделировано НДС каменного цилиндрического свода в программном комплексе ABAQUS и проведен сравнительный анализ качественной картины деформирования теоритической модели, с данными, полученными при расчете.

Ключевые слова: свод, сводчатые перекрытия, цилиндрический свод, элементарные арки, численное моделирование.

Abstract

The use of the finite element modeling method makes it possible to solve almost any boundary value problems, taking into account the spatial work of the structure and the properties of the material. In this paper, the VAT of a stone cylindrical vault is modeled in the ABAQUS software package and a comparative analysis of the qualitative deformation pattern of the theoretical model with the data obtained during the calculation is carried out.

Keywords: vault, vaulted structures, cylindrical vault, elementary arches, numerical modeling.

Известно, что в древности каменные сводчатые и арочные конструкции были главными и самыми распространенными конструктивными элементами, которые использовались в качестве перекрытий и покрытий зданий различного назначения. За длительный период службы конструкции испытали различные виды воздействий (нагрузки статические и динамические, атмосферные воздействия, подвижка опор), которые могли сказаться на несущей способности и целостности конструкции. Для проведения качественного проектирования или технического обследования каменных сводов, а также с целью осуществления правильной и безопасной дальнейшей эксплуатации необходимо представлять действительный характер распределения напряжений в теле свода, определять расположение наиболее нагруженных и ослабленных частей свода, подтвердив тем самым, существующие на сегодняшний момент, накопленный теоретический и практический опыт.

Каменный свод – это пространственная конструкция покрытий или перекрытий, имеющая кладочную структуру, работающая, в основном, на сжатие и передающая распор и вертикальное давление на опорную конструкцию. Каждый оговоренный выше тип свода может быть представлен как система элементарных арок или полуарок, образующих форму свода и несущих свою часть нагрузках [1].

Распор сводов воспринимается затяжками из стали, поперечными стенами, рамами, контрфорсами или фундаментами. При проектировании сводов следует учитывать податливость элементов или конструкций, воспринимающих распор. Уменьшение податливости поперечных стен, контрфорсов и фундаментов может быть обеспечено установкой затяжек, расположенных ниже уровня пола. Сводчатый

Равномерное распределение нагрузки вдоль цилиндрической части свода обеспечивает каждой его элементарной арке одинаковый режим работы, т.е. аналогичные напряжения и деформации, поэтому влияние смежных участков не проявляется.

Сосредоточенная нагрузка, деформирующая данный участок, включает в совместную работу и соседние полосы, причем ширина «подключения» зависит от толщины свода, способа кладки и прочности раствора. Сочетание нескольких видов нагрузки вызывает сложную деформацию распорных систем, в которой трудно выделить долю каждого вида, в том числе и преобладающего, так как нередко суммируются несимметричные прогибы.

Собственно расчет каменной арки, символизирующей самостоятельную конструкцию, отдельный деформационный блок или характерную деталь свода, может быть сведен к проверке несущей способности ее сжатой зоны.

Каждый тип свода может быть представлен как система элементарных арок или полуарок, образующих форму свода и несущих свою часть нагрузки [1]. Рабочая схема простого цилиндрического свода представляет систему независимых параллельных арок (см. рисунок 1).

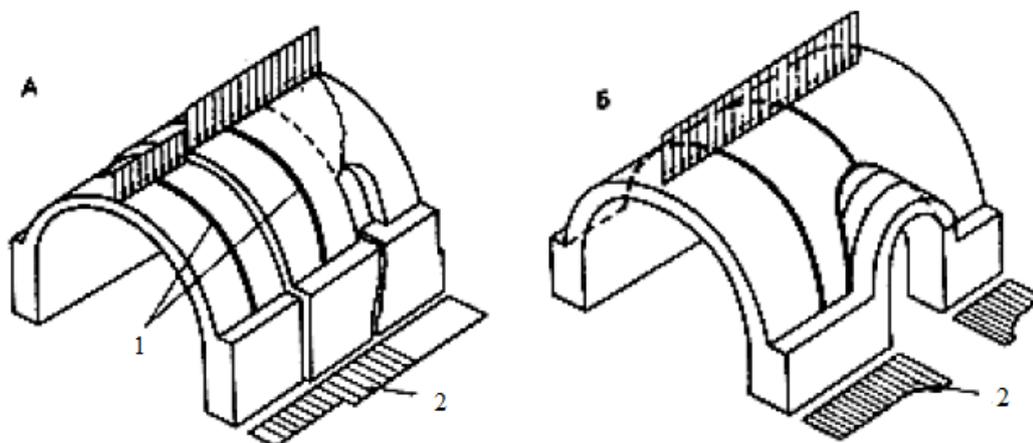


Рисунок 1. Рабочие схемы сводов: А — цилиндрический свод со ступенчато распределенной нагрузкой; Б — цилиндрический свод с распалубкой; 1 — элементарные арки; 2 — эпора распора.

Форма арки или свода, при которой любое сечение под действием нагрузки работает в наиболее рациональном для кладки режиме, т.е. симметрично сжато, наиболее рациональна и отвечает условию: $M_x = Nf_x$, т.е. безмоментной кривой. На практике большинство построенных сводов по различным причинам, а также по чисто эстетическим соображениям не абсолютно рациональны, их сечения обжаты несимметрично.

Растянутая часть сечения в работе не участвует, хотя при наличии упругого раствора способна удерживать растягивающие напряжения до 0,15 МПа. Растянутая часть сечения может располагаться с внутренней или наружной поверхности свода в соответствии с характером деформации. При центральной нагрузке на свод растяжение наблюдается обычно в центральной трети пролета на нижней поверхности и в боковых третях — на верхней. Глубина растянутой части сечения растет пропорционально уменьшению высоты работающей сжатой зоны. Если в своде, сложенном в 1,5 или 2 кирпича, глубина растянутой зоны в нескольких смежных сечениях достигнет высоты одного кладочного ряда, то при отсутствии раствора в швах может быть выпадение отдельных кирпичей и целых блоков с нижней поверхности свода.

Глубина растянутой части сечения растет при деформации свода пропорционально уменьшению высоты работающей сжатой зоны. Высота сжатой зоны сечения — основной показатель устойчивости арочной конструкции, сложенной из кирпича или камня. Для любого внецентренно сжатого сечения свода высота сжатой зоны приблизительно равна удвоенному расстоянию от точки приложения нормальной силы N до ближайшего края сечения (см. рисунок 2), т.е.

$$h_c = (h/2 - e) \cdot 2, \text{ где } h_c \text{ — высота сжатой зоны;}$$

h = полная высота сечения; $e = M/N$ — эксцентриситет приложения нормальной силы относительно центра сечения [1]

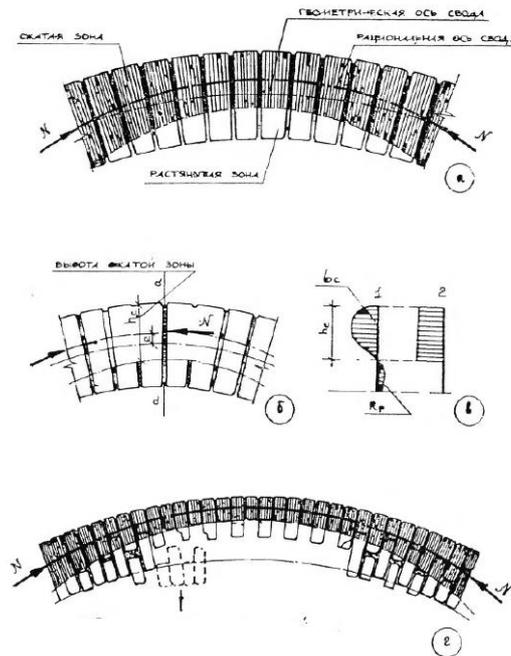


Рисунок 2. Высота сжатой зоны сечений
 а- положение рациональной оси и сжатой зоны
 б- схема к расчету напряжений в кладке свода
 в- эпюры напряжений в сечении а-а для жесткой кладки (1) и для слабой кладки (2)
 г- выпадение кладочных материалов из растянутой зоны при отсутствии сцепления раствора.

Начальная высота сжатой зоны может сокращаться при любой деформации свода, например при его выполаживании.

В незначительной степени это происходит уже при разопалубливании возводимой конструкции, когда обжимается и частично выдавливается из швов незатвердевший раствор.

Выполаживание, прежде всего, связано со смещением пят сводов, длительным действием тяжелой нагрузки и старением строительного материала. С уменьшением высоты сжатой зоны сечения напряжение в ней увеличивается, в то время как устойчивость арочного контура снижается.

Минимальная высота сжатой зоны, при которой конструкция еще сохраняет равновесие (устойчивость), зависит от многих факторов, в частности: от величины нагрузки и сжимающей нормальной силы N , от пролета свода, от характеристик строительного материала и др.. Известно, что умеренно нагруженные своды из прочного материала, например пиленого белого камня, способны существовать при относительно меньшей высоте сжатой зоны, чем перегруженные конструкции, выполненные из низкосортного кирпича или в нерегулярной кладке.

Выполненные автором [1] расчеты различных сводов показали, что высота сжатой зоны сечений на участках, соответствующих максимальным значениям положительных и отрицательных изгибающих (арочных) моментов редко превышает половину высоты сечения, а зачастую составляет всего 6—8 см при напряжениях в кладке от 0,3 до 0,8 мПа. На менее ответственных участках напряжение обычно не превышает 0,2—0,4 мПа (для пролетов 6—8 м). Приведенные данные свидетельствуют, с одной стороны, о большом, 3—4-х кратном первоначальном запасе сечения, с другой — о реальной возможности быстрой потери несущей способности сводов при поверхностном разрушении кладки, например, ее размораживании, резко снижающем действительную высоту сжатой зоны.

О несущей способности и деформациях простого цилиндрического свода можно судить по работе одной элементарной арки (рисунок 3-5) [2]. Для сравнения работы элемента выполним расчет в программе *SCAD Office 21.1.9.7* в виде элементарной классической бешарнирной арки с забутовкой из керамзита.

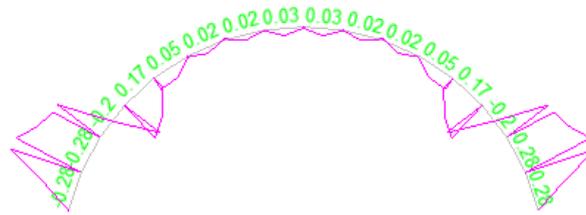


Рисунок 3. Этюра M , т·м.

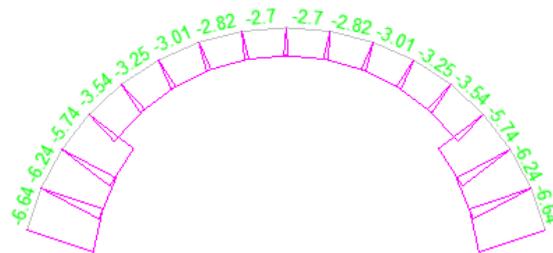


Рисунок 4. Этюра N , т.

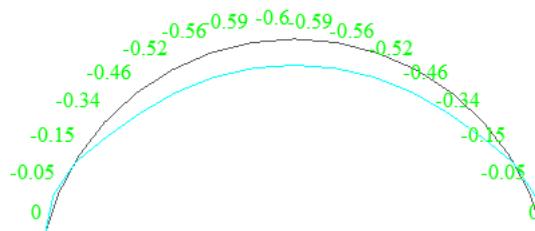


Рисунок 5. Перемещения по z , мм.

Под нагрузкой свод прогибается в середине пролета с выпучиванием наружу участков над пятами (рисунок 5).

Кирпич обладает недостаточной прочностью на разрыв, но способен выдерживать относительно большие нагрузки на сжатие. Свод прочен потому, что каждый кирпич передает усилие h соседнему кирпичу (рисунок 2). Кирпичи надежно удерживают друг друга. Когда усилие N достигает пята свода, оно передается на опоры. Равновесие будет обеспечено, если опоры полностью воспримут распор и вертикальное давление. Нормальное обжатие и жесткость опорного контура – основное условие существования кладочных распорных систем [3]. Тем самым, на простейшем примере, мы анализировали теоретическую работу арки.

В настоящее время во многих отраслях производства при расчете прочности конструкций часто применяются отечественные и зарубежные программные комплексы. Наиболее часто в их основу заложен метод конечных элементов.

Конечно-элементное, моделирование позволяет проанализировать работу конструкции, оценить варианты проектирования и ускорить принятие решений в процессе создания конструкции, уменьшить количество физических прототипов, повысить доверие к работоспособности конструкции. Численное моделирование позволяет оценить пространственную работу кирпичных сводов с учетом объемного напряженного состояния

материала. По результатам предыдущих опытов исследований был сделан вывод о том, что более подходящих для решения такой задачи в программных комплексах, является Abaqus.

Программный комплекс Abaqus представляет собой пакет программ, позволяющий на основе метода конечных элементов производить многоцелевой инженерный анализ сложных несущих конструкций.

В программном комплексе Abaqus 6.14 [4] был смоделирован цилиндрический свод пролетом 4,9м и длиной 6,05м. Для моделирования кирпичной стенки и кирпичного свода приняты следующие характеристики материалов согласно [5]:

1. удельный вес кладки $\gamma_{кл} = 1,8 \frac{т}{м^2}$;
2. модуль упругости кладки $E = 1000 МПа$;
3. расчетное сопротивление кладки растяжению $R_{bt} = 0,05 МПа$;
4. расчетное сопротивление кладки сжатию $R_b = 1,5 МПа$;
5. упругая характеристика кладки $\alpha = 1000$;
6. коэффициент Пуассона $\mu = 0,25$.
7. коэффициент линейного расширения кладки $\alpha_t = 0,000005$.

Существует несколько методов моделирования НДС процессов каменных конструкций. Основы такого моделирования были заложены Р.В. Lourenço [6]. Автор в своей работе предлагает три подхода к моделированию:

- 1) Подробная гетерогенная модель – кирпич и раствор моделируются отдельными элементами, взаимодействие между ними происходит через дополнительный элемент поверхности с фиктивной жесткостью. Для кирпича и раствора задают упругие и прочностные характеристики, а элементы поверхности взаимодействия моделируются как потенциальные плоскости сдвига и трещинообразования. Эта модель показывает наиболее точные результаты и может использоваться для моделирования испытаний образцов каменной кладки или отдельных узлов каменных конструкций. Для моделирования крупных конструкций такой подход не годится в виду сложности модели и ее ресурсоемкости.
- 2) Упрощенная гетерогенная модель – раствор и поверхность взаимодействия сведены в единый плоский элемент, а размеры кирпича увеличены на величину растворного шва. Модель менее ресурсоемка, чем первая, однако ее точность уменьшена из за неучтенного коэффициента поперечной деформации растворного шва.
- 3) Гомогенная модель – кладка моделируется сплошной, однородной и анизотропной. Для каждой оси анизотропии задается два параметра, соотносящихся с неупругими деформациями и характеризующих механизм разрушения при сжатии и растяжении. Модель предпочтительнее для достаточно больших объектов, когда нужен компромисс между точностью и эффективностью [7].

Все конструкции смоделированы гомогенной моделью в связи с тем, что она требует меньше исходных данных, значительно упрощает моделирование и ускоряет обработку данных при расчёте.

В цилиндрической модели свода смоделирована забутка для корректного учета объемного веса тел. Расчетная схема свода в виде конечно-элементной модели представлена на рисунке 6.

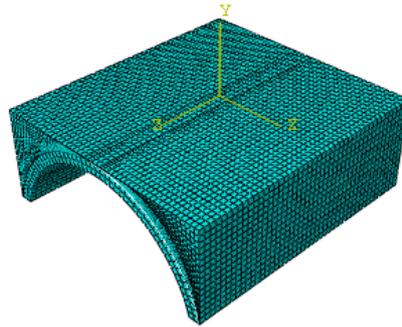


Рисунок 6. Расчетная схема свода и забутки в виде конечно-элементной модели.

Нагрузки представлены на рисунке 7. Собственный вес в ПК Abaqus 6.14 учитывается через задание гравитации на основе плотности материала кладки и керамзита. Для учета коэффициента надежности 1,1 гравитационная нагрузка была принята увеличенной на этот коэффициент. Нагрузка от керамзита выше замка приложена на горизонтальную поверхность забутки.

Граничные условия были приняты на основе конструкции свода: вертикальное закрепление под опорами, закрепление по оси Z, X, Y (см. рисунок 7) торцевых граней забутки, и закрепление по оси Z всей конструкции по свободным сторонам (для учета взаимодействия с сопряженными частями конструкции).

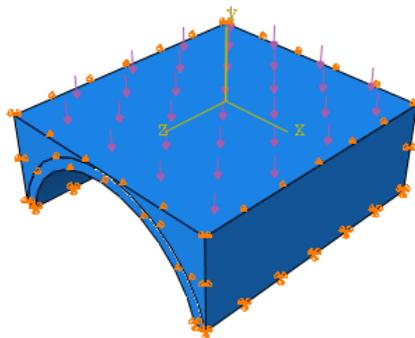


Рисунок 7. Нагрузки и граничные условия.

Результаты численного расчета представлены на рисунках 8-10.

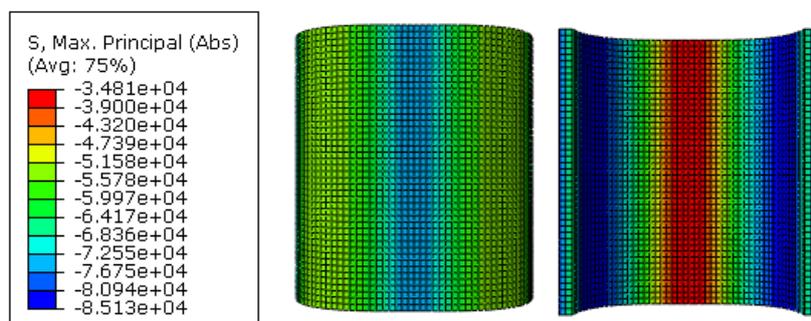


Рисунок 8. Максимальные напряжения в своде: вид сверху и снизу, Па.

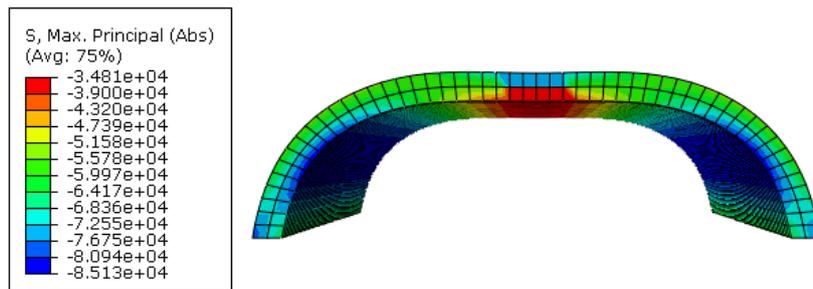


Рисунок 9. Максимальные напряжения в своде: вид спереди, Па.

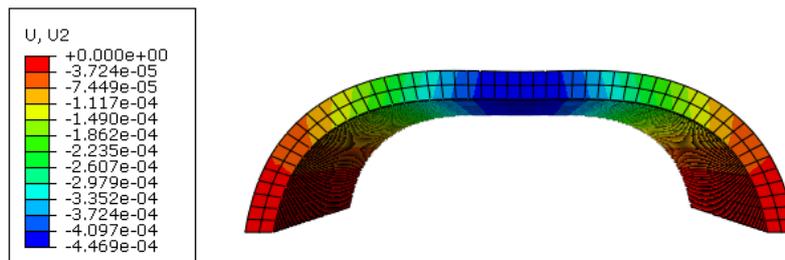


Рисунок 10. Вертикальные перемещения в своде, м.

При сравнении графического представления напряжений (рисунок 8-10) можно отметить, что в цилиндрическом своде наблюдается максимальная концентрация напряжений в сжатой зоне опорной (снизу), замковой (сверху) и между опорой и замком частей (снизу). Снижение напряжения в замковой части в нижней части поверхности свода символизирует ее растянутую зону при более высоких нагрузках. Перемещения нам показывают действительную работу свода, показывая, максимальный прогиб в центральной части свода. При увеличении нагрузки в приопорных зонах эпюра моментов приближается к идеальной линии свода. Появление трещин начиналось бы там, где предельное сопротивление растяжению кирпичной кладки меньше, чем растягивающие усилия, а в тех местах, где расчётное сопротивление на сжатие меньше сжимающих усилий может наблюдаться раздробление материала. Распространение максимальных и минимальных напряжений на планах изополей свода совпадают со схемой распределения напряжений теоретических данных (рисунок 2).

Сравнение показало сходимость в теоретических данных, выведенных многими веками исследования, и данных, полученных путём численного моделирования конструкции в ПК Abaqus. Это указывает на возможность использования данной программы для дальнейших расчётов. Для более точного определения верности моделирования необходимо сравнение численных результатов расчета в программе и натурного испытания конструкции.

1. Бессонов, Г. Б. Исследование деформаций, расчет несущей способности и конструктивное укрепление древних распорных систем. – М., Союзреставрация, 1989. – 171 с.
2. Шеренцис, А. А Тонкие кирпичные своды. Издательство Академия Архитектуры СССР Москва, 1945 г. – 80 с.
3. Бернгард, В. Р. Арки и своды. Руководство к устройству и расчету арочных и сводчатых перекрытий. — СПб.: Типография Ю. Н. Эрлих, 1901. – 128 с..
4. Сидоров, В.Н. Метод конечных элементов в расчёте сооружений: теория, алгоритм, примеры расчётов в программном комплексе SIMULIA Abaqus / В.Н. Сидоров, В.В. Вершинин. – Москва: Изд-во АСВ, 2015. – 288 с.
5. СП 15.13330.2020 «Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81*».
6. Lourenço P. B. PhD thesis. Computational Strategies for Masonry Structures. Technical Delft University Press. 1996, 220 p.
7. Беспалов, В. В., Зимин С. С., Прочность каменной кладки сводчатых // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2016, № 11 (50). с. 37–51.

РАЗДЕЛ III. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Зотеев Д.В.

Использование инструментов математической статистики для прогнозирования производительности предприятия в условиях филиала АО «СУЭК-Красноярск» «Разрез Бородинский имени М.И. Щадова»ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
(Россия, Красноярск)

doi: 10.18411/sdntp-11-2022-03

Аннотация

В статье рассматривается практическое применение методов математической статистики, как инструмента анализа накопленных статистических данных, построения математической модели и оценки эмпирической зависимости.

Ключевые слова: математическая модель, корреляционное поле, метод наименьших квадратов, уравнение регрессии, коэффициент корреляции.

Abstract

The article discusses the practical application of mathematical statistics methods as a tool for analyzing accumulated statistical data, building a mathematical model and evaluating empirical dependence.

Keywords: mathematical model, correlation field, least squares method, regression equation, correlation coefficient.

Добычные работы в филиале АО «СУЭК-Красноярск» «Разрез Бородинский имени М.И. Щадова» осуществляются по транспортной системе разработки с использованием экскаваторно-железнодорожного комплекса.

На основном поле разреза при выемке пласта Бородинский-1 используются мощные роторные экскаваторы ЭРП-2500 и ЭРП-1600, на выемке пластов Рыбинский 1, Рыбинский 2 и Бородинский 2 (Основное поле) используются роторные экскаваторы ЭР-1250. Погрузка осуществляется в ж.-д. транспорт.

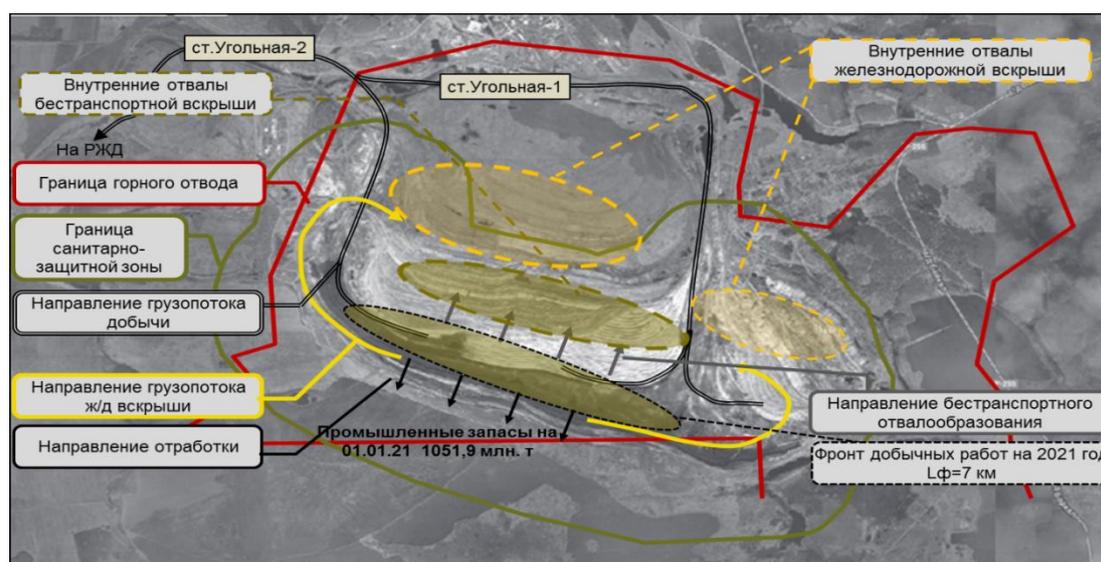


Рисунок 1. План горных работ.

Таблица 1

Объемы добычи за последние 12 лет.

Период	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Годовой объем добычи, тыс.т	19645	17040	18415	16495	17018	18783
Период	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Годовой объем добычи, тыс.т	19077	19542	21571	22405	19321	19065

Динамика объемов добычи, 2010 - 2021

гг



Рисунок 2. Динамика добычи.

Анализ простоев добычных экскаваторов показал, что не прослеживается зависимость объема добычи от количества и типов простоев при относительно постоянных их значениях. Запас мощности оборудования достаточный, изменение объемов добычи зависит от спроса на уголь.

Динамика объемов добычи угля и простоев оборудования



Рисунок 3. Динамика объемов добычи угля и простоев оборудования.

Из соотношения количества часов простоя видно, что одним из основных типов простоев является «Отсутствие технологического транспорта», который, в свою очередь, напрямую зависит от подачи порожних вагонов на пути необщего пользования разреза со стороны ОАО «РЖД».

На основе собранных статистических данных о наработке оборудования при помощи инструментов математической статистики построим математическую модель, с помощью которой постараемся спрогнозировать объемы будущих периодов.

Таблица 2

Статистические данные объемов добычи за 12 лет.

Период	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Годовой объем добычи, тыс.т	19645	17040	18415	16495	17018	18783
ЭРП-2500 № 3	4054	4309	2001	4340	4048	4334
ЭРП-2500 № 4	4782	4421	5700	3771	4471	4861
ЭРП-1600 № 5	2492	787	1514	1172	518	950
ЭРП-1600 № 7	2740	2158	3405	2306	2317	2563
ЭР-1250 № 53	1173	943	931	1014	1024	999
ЭР-1250 № 94	0	0	0	0	0	0
ЭР-1250 № 72	1582	1276	1865	1610	1554	1762
ЭР-1250 № 90	2120	2495	2279	1501	2003	2017
Прочая техника	701	652	720	781	1084	1296
Период	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Годовой объем добычи, тыс.т	19077	19542	21571	22405	19321	19065
ЭРП-2500 № 3	4390	4179	2947	4615	3704	3118
ЭРП-2500 № 4	4541	3749	5349	3200	4373	4418
ЭРП-1600 № 5	1067	2448	2234	3624	1238	0
ЭРП-1600 № 7	2512	2728	3523	2835	2784	2510
ЭР-1250 № 53	902	173	496	1336	1206	2144
ЭР-1250 № 94	506	1057	1805	1561	1276	1638
ЭР-1250 № 72	1655	1583	1764	1475	1158	1989
ЭР-1250 № 90	1969	1837	2439	2613	2638	2416
Прочая техника	1536	1788	1014	1147	944	834

Для каждого типа техники определим интервалы для оценки частоты повторяемости и вычислим вероятности добычи того или иного объема в рамках выбранных диапазонов для каждого экскаватора.

Таблица 3

Интервалы вероятности.

ЭРП-2500				
Интервал	№ 3 - Частота	№ 3 - Вероятность	№ 4 - Частота	№ 4 - Вероятность
0 - 3000	2	16,67%	0	0,00%
3000-3500	1	8,33%	1	8,33%
3500-4000	1	8,33%	2	16,67%
4000-4500	7	58,33%	4	33,33%
4500-5000	1	8,33%	3	25,00%
> 5000	0	0,00%	2	16,67%

ЭРП-1600				
Интервал	№ 5 - Частота	№ 5 - Вероятность	№ 7 - Частота	№ 7 - Вероятность
0 - 900	3	25,00%	0	0,00%
900-1400	4	33,33%	0	0,00%
1400-1900	1	8,33%	0	0,00%
1900-2400	1	8,33%	3	25,00%
2400-2900	2	16,67%	7	58,33%
2900-3300	0	0,00%	0	0,00%
3300-3800	1	8,33%	2	16,67%
>3800	0	0,00%	0	0,00%
ЭРП-1250				
Интервал	№ 53 - Частота	№ 53 - Вероятность	№ 94 - Частота	№ 94 - Вероятность
0-500	2	16,67%	0	0,00%
500-900	0	0,00%	1	16,67%
900-1300	8	66,67%	2	33,33%
1300-1700	1	8,33%	2	33,33%
1700-2100	0	0,00%	1	16,67%
2100-2500	1	8,33%	0	0,00%
> 2500	0	0,00%	0	0,00%
Интервал	№ 72 - Частота	№ 72 - Вероятность	№ 90 - Частота	№ 90 - Вероятность
0-500	0	0,00%	0	0,00%
500-900	0	0,00%	0	0,00%
900-1300	2	16,67%	0	0,00%
1300-1700	6	50,00%	1	8,33%
1700-2100	4	33,33%	4	33,33%
2100-2500	0	0,00%	5	41,67%
> 2500	0	0,00%	2	16,67%
Прочая техника				
Интервал	Частота	Вероятность		
0-400	0	0,00%		
400-800	4	33,33%		
800-1200	5	41,67%		
1200-1600	2	16,67%		
1600-2000	1	8,33%		
> 2000	0	0,00%		

Примем на следующий период по каждому экскаватору значение, равное среднему значению интервала с наиболее вероятными объемами по каждой единице техники.

Таблица 4

Прогноз.

Наименование техники	2022 год (прогноз), тыс. т.
ЭРП-2500 № 3	4250
ЭРП-2500 № 4	4250
ЭРП-1600 № 5	1150
ЭРП-1600 № 7	2650
ЭР-1250 № 53	1100
ЭР-1250 № 94	1300
ЭР-1250 № 72	1500
ЭР-1250 № 90	2300
Прочая техника	1000
Сумма	19500

С учетом прогнозируемого объема построим и оценим эмпирические зависимости по статистическим данным, для этого по имеющимся значения строим корреляционное поле.



Рисунок 4. Корреляционное поле (добыча).

По корреляционному полю не видна зависимость производительности от времени, причем очевидно, что если она существует, то будет нелинейной. Методом подбора линий тренда приходим к выводу, что наиболее приближен график полинома 6 степени с уравнением вида:

$$y = ax^6 + bx^5 + cx^4 + dx^3 + ex^2 + fx + g$$

Установив общий вид уравнения связи, находим коэффициенты уравнения, используя один из базовых методов регрессионного анализа - метод наименьших квадратов.

Получаем коэффициенты полинома, значения которого в экспериментальных точках очень близки к данным.



Рисунок 5. График уравнения регрессии.

Уравнение регрессии имеет вид:

$$y = -1,58 \cdot 10^{-9} \cdot x^6 + 7,67 \cdot 10^{-6} \cdot x^5 - 0,01 \cdot x^4 + 10634702147$$

Корреляционный анализ позволяет доказать достоверность выбранного уравнения или опровергнуть его.

Вычислим коэффициент корреляции по формуле:

$$r = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} = 0.8$$

Коэффициент корреляции по модулю < 1 , связь называется стохастической или вероятностной. Связь прямая, т.к. $r > 0$.

Т.к. $|r| \geq 0,8$, то формула принимается и связь считается «хорошей», так как обычно с достаточно высокой степенью точности предсказывает результаты наблюдений.

Таким образом, проведенные изыскания показывают, что использование математической статистики, построение математических моделей может быть неплохим инструментом при планировании показателей будущих периодов, поиске зависимостей, на первый взгляд, не связанных показателей, процессов.

1. Кульбак С. Теория информации и статистика – М., 1967. – 408 с.
2. Г.И. Ивченко, Ю.И. Медведев Математическая статистика: Учебник – М: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. – 352 с.

РАЗДЕЛ IV. ПЕДАГОГИКА

Акованцева А.М.

Дидактические возможности онлайн-доски Miro для формирования умений иноязычного общения у взрослых обучающихся в процессе изучения английского языка

ВГУ

(Россия, Воронеж)

doi: 10.18411/sdntp-11-2022-04

Научный руководитель: Кузьмина Л.Г.

Аннотация

Статья посвящена проблеме формирования умений иноязычного общения у взрослых обучающихся в процессе дистанционного обучения. Рассматриваются особенности обучения взрослой категории населения и выбор средств дистанционного обучения. Утверждается, что дидактические и технические возможности виртуальной доски Miro способствуют формированию умений иноязычного говорения обучающихся на основе коммуникативного подхода. Делается вывод, что данное утверждение является обоснованным при соблюдении некоторых условий обучения взрослых.

Ключевые слова: андрагогика, виртуальная онлайн-доска Miro, дистанционное обучение, иностранный язык, коммуникаивный подход, умения иноязычного общения.

Abstract

The paper is devoted to the problem of foreign communication skills formation in adult learners in the process of distant learning. It discusses the features of teaching adult learners and the choice of distant learning tolls. It claims that the didactic and technical potential of the interactive board Miro contribute to the students' foreign language skills formation based on the communicative approach. It concludes that this statement is justified under certain conditions of teaching adults.

Keywords: andragogy, interactive online board Miro, distant learning, foreign language, communicative approach, speaking skills.

В настоящее время в связи с активизацией процессов глобализации, демократизации общества, расширения международной торговли и возможности сотрудничества с другими государствами в различных областях, большое количество взрослых людей испытывают необходимость в изучении иностранного языка (ИЯ), в частности английского, чтобы принимать непосредственное участие в международной коммуникации и деятельности. Однако при работе со взрослой аудиторией необходимо понимать, что она представляет собой особую категорию слушателей со своими особенностями. Именно знание и учет этих особенностей поможет эффективно применять методические приемы при обучении иностранному языку и оптимизировать весь учебный процесс [4].

В самой педагогике существует особое направление для обучения взрослой категории населения, получившее название “андрагогика”. Андрагогика как отдельная наука зародилась еще в 70-х годах 20-го века и получила свое распространение в трудах таких ученых, как М. Ноулз, Р. Смит, П. Джарвис, С.И. Змеев, Т.Е. Змеева, А.А. Макареня [4].

Анализ литературы показал, что взрослые обучающиеся часто испытывают трудности при изучении ИЯ в связи со множеством факторов. Л.Ю. Хофизова выделяет следующие:

- Влияние личного опыта при изучении иностранного языка. Так, у взрослых может складываться собственное видение процесса обучения ИЯ, основанное на предыдущем опыте изучения ИЯ в школе или университете.
- Социальные обязанности. Помимо работы, взрослые люди часто обременены бытовыми и семейными обязанностями, поэтому у них не остается времени на изучение ИЯ, который требует дополнительного времени и сил.
- Материальные трудности. Далеко не все могут позволить себе посещать языковые курсы.
- Выборочность изучения языкового материала. Зачастую взрослые приходят на занятие с конкретным запросом для обучения одному навыку или умению и не хотят принимать во внимание все остальные.
- Разноуровневость подготовки. Взрослые обучающиеся обладают разными остаточными знаниями, что также влияет на скорость усвоения материала на занятии.
- Профессиональный статус. Преподавателю необходимо аккуратно подходить к выбору заданий в соответствии с профессиональным статусом взрослого обучающегося и создавать соответствующую ситуацию общения.
- Непринятие чужой культуры. Культура страны изучаемого языка играет ключевую роль в обучении. Отказ от восприятия некоторых особенностей культуры, строя языка, а также способа языкового мышления и видения мира, напрямую влияет на процесс обучения [12].

Практика показывает, что взрослые обучающиеся не всегда готовы выполнять различные грамматические или фонетические упражнения, домашние и письменные задания, ведь сам язык для них является не целью обучения, а лишь инструментом для общения с зарубежными партнерами и компаниями. Доказательством успешного усвоения пройденного материала для данной категории обучающихся является способность применять свои знания на практике, в процессе коммуникации [11].

В настоящее время одним из перспективных способов изучения иностранного языка для взрослой категории населения является обучение дистанционно, с помощью возможностей, которые предоставляют современные технологии. В педагогическом словаре дистанционное обучение (ДО) определяется как “технология целенаправленного и методически организованного руководства учебно-познавательной деятельностью учащихся (независимо от уровня получаемого ими образования), проживающих на расстоянии от образовательного центра” [8, с. 528].

В большинстве случаев для дистанционного обучения иностранному языку используются электронные письма, электронные конференции и видеоконференции (Zoom, Skype, Discord, Microsoft Teams, Google Meet, Яндекс Телемост и т.д.), образовательные платформы (Moodle, Canvas, Coursera и т.д.) и образовательные ресурсы (wordwall.net, quizlet.com, ted.com, Kahoot и т.д.) для проведения групповых и индивидуальных занятий. Однако потребность в использовании удобных образовательных ресурсов для оптимизации дистанционного обучения по дисциплине “иностраный язык” до сих пор является достаточно острой, поскольку имеет отличия от организации учебного процесса по другим дисциплинам. Главным отличием является необходимость организации форм групповой работы с целью формирования иноязычной коммуникативной компетенции обучающихся.

Планирование дистанционного обучения основано на наличии быстрой обратной связи и возможностей для демонстрации и обсуждения учебного материала. В контексте внедрения электронного обучения в образование взрослых сервисы онлайн-доски Migo рассматриваются как необходимый источник и средство не только “получения знаний, но и формирования навыков” [1]. Изменение траектории, в которой интерактивные онлайн-доски используются в качестве средства дистанционного обучения, помогает проводить различные виды самообучения и групповой работы, а также сделать процесс обучения более

эффективным и вовлекающим. По словам Z. Zhang, G. Jonathan (2019) “работа студентов в группах является основой взаимного обучения”, которое помогает развивать их языковые навыки и критическое мышление [13].

Функциональная составляющая доски Miro представляет собой пространство, где преподаватель может воплощать свои идеи и демонстрировать их обучающимся в режиме реального времени. Виртуальная доска поддерживает многие форматы документов и изображений (PDF, DOCX, JPEG и т.д.), а также обладает собственным интерфейсом с инструментами для выбора готовых шаблонов досок, создания стикеров для заметок, рисования от руки, создания ментальных карт, создания рабочей поверхности (фрейма), создания гиперссылок, построения схем и диаграмм, а также поиском изображений напрямую в Google.

Л.А. Говоренко и Л.А. Алаксенян в своей работе приводят анализ дидактических возможностей популярных виртуальных досок на основе метода экспертных оценок. Наиболее значимыми из них являются:

- возможность интеграции файлов с любого устройства при наличии доступа в сеть Интернет;
- возможность записи занятия и последующего использования данной записи;
- возможность сохранения результатов работы в файл и на самой виртуальной доске. Обучающиеся могут в любой момент вернуться к материалам занятия;
- возможность организации неограниченного числа досок для пользователей на платформе сервиса;
- возможность интеграции со сторонними сервисами, упрощающими учебный процесс;
- наличие встроенного чата и видео чата как инструментов организации конференций [2].

Виртуальная онлайн-доска Miro обладает всеми характеристиками, изложенными выше. Среди дидактических возможностей виртуальной доски Miro выделяется не только визуальное представление на доске учебных материалов, но и возможность совместной работы обучающихся с источником информации в виде создания текстовых и мультимедийных объектов. Обучающиеся могут редактировать материал, представленный на доске в синхронном режиме. Таким образом, преподаватель может разнообразить монотонность вербального контента с интерактивными элементами на занятии.

На названных характеристиках Miro, можно утверждать, что виртуальная доска имеет большой потенциал раскрытия темы урока, по сравнению с другими ресурсами дистанционного обучения. Однако извлечь максимальную пользу от использования виртуальной доски возможно только грамотно спланировав занятие. В настоящем исследовании предлагается следующая технология работы с виртуальной доской:

1. Определение темы и цели занятия.
2. Составление временной структуры занятия и постановка задач, в соответствии с поставленными целями.
3. Определение этапов занятия.
4. Определение форм работы на занятии (групповая, парная и т.д.).
5. Отбор наиболее эффективных средств из возможностей виртуальной доски Miro в решении каждой конкретной задачи и установка их целесообразности.
6. Структурирование материалом на виртуальной доске в логичной последовательности.
7. Предоставление доступа к виртуальной доске обучающимся (в виде демонстрации экрана или непосредственно ссылки на доску).

В основу обучения взрослых обучающихся принимается “коммуникативный подход”. В зарубежной методической литературе это понятие обозначается как Communicative language teaching (CLT) или Communicative approach [3]. В отечественном образовании значительный вклад в развитие коммуникативного подхода внесли Е.И. Пассов, И.Л. Бим, В.В. Сафонова, Е.Н. Соловова и др. Коммуникативный подход представляет собой совокупность принципов, определяющих стратегию обучения и моделирующих ситуации общения [6]. Основной целью коммуникативного подхода в процессе обучения является

формирование у обучающихся иноязычной коммуникативной компетенции (ИКТ). Под ИКТ понимается способность осуществлять речевую деятельность посредством изучаемого языка в соответствии с целями и ситуацией общения в той или иной сфере деятельности [10]. Взаимодействие преподавателя и обучающихся, а также обучающихся между собой в рамках коммуникативного подхода обусловлены принципом ситуативности общения, который предполагает выступление преподавателя в роли координатора учебной деятельности. Его главная роль – создавать коммуникативные ситуации и побуждать обучающихся к общению между собой [7]. В рамках данного подхода основными формами работы являются: групповая и парная.

Для обучения иноязычному общению виртуальная доска Migo представляет обширные технические возможности, такие как: размещение визуальных опор. Таким образом, интерактивная доска предоставляет место для одновременного просмотра всех материалов и синхронной работы с ними как индивидуально, так и в группах \ парах.

Обобщая вышеизложенное выше об интерактивной доске Migo, обладающей потенциалом для формирования умений иноязычного общения можно сформулировать следующие выводы.

- При разработке учебных занятий необходимо учитывать андрагогические особенности обучения взрослой аудитории.
- Преподаватель должен обладать ИКТ-компетентностью для работы с виртуальной доской Migo и сторонними Интернет-ресурсами обучения.
- Дидактический и технологический потенциал виртуальной доски Migo, как средства дистанционно обучения, способствует активизации совместной работы обучающихся, что позволяет реализовывать коммуникативный подход в обучении иноязычному говорению.

Использование онлайн-доски на учебных занятиях позволяет развить автономности и самостоятельности взрослых обучающихся в процессе обучения иностранным языкам.

1. Глотова А. В. Онлайн-доска как средство организации групповой работы студентов на занятиях по иностранному языку в вузе в условиях электронного обучения // Открытое образование. М., 2020. №4. С. 55-66.
2. Горovenko Л.А., Алексанян Г.А. Анализ дидактических возможностей использования в образовательном процессе инструментария виртуальной доски Realtimeboard // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2019. №2 (241). С.47-53.
3. Захарова, Е. А. Коммуникативное обучение иностранному языку и его практическая значимость // Молодой ученый. — 2016. — № 5 (109). — С. 676-679.
4. Кривоносова Е.В. Особенности обучения взрослых иностранному языку // Труды БГТУ.2013. № 5. С. 189-191.
5. Кукуев А.И. Андрагогика: этимология употребления термина в зарубежной науке // Проблемы современного образования. 2010. № 5. С. 30-35.
6. Пассов, Е. И. Коммуникативный метод обучения иноязычному говорению / Е. И. Пассов. — 2-е изд. — Москва : Просвещение, 1991. — С. 32–33.
7. Пассов, Е. И. Урок иностранного языка / Е. И. Пассов, Н. Е. Кузовлева. Ростов-на-Дону : Феникс; Москва : Глосса-Пресс, 2010. — 640 с.
8. Педагогический энциклопедический словарь / гл. ред. Б.М. Бим-Бад; ред. кол. М.М. Безруких, В.А. Болотов, Л.С. Глебова [и др.]. – М.: Большая российская энциклопедия, 2008. – 528 с.
9. Пригожин, А. И. Инноваторы как социальная категория // Методы активизации инновационных процессов. М., 1998. С. 4-12.
10. Сафонова, В. В. Изучение языков международного общения в контексте диалога культур и цивилизаций / В. В. Сафонова. — Воронеж : Истоки, 1996. — С. 238.
11. Селиверстова К.А. Андрагогические особенности обучения иностранному языку взрослой аудитории // КНЖ. 2019. №1 (26). С. 35-37.
12. Хофизова Л.Ю. Негативное влияние жизненного опыта взрослых обучающихся на процесс обучения иностранному языку // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 574.
13. Zhang, Jonathan Z., Group Marketing Strategies – Design, Implementation, and Measurement (April 15, 2019) // Rutgers Business Review, Vol. 4, No. 1, 2019. S. 61-72.

РАЗДЕЛ V. ИСТОРИЯ И АРХЕОЛОГИЯ

Karchava O.V.

The history of the development of Chinese space technology

*Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev
(Russia, Krasnoyarsk)*

doi: 10.18411/sdntp-11-2022-05

Abstract

Information about the space power China is introduced. Its current development vector. The article presents the events related to the space exploration of the People's Republic of China. A conclusion is formed about the current position of China in the field of space development.

Keywords: china, space development, space program.

Аннотация

Представлена информация о космической державе Китае. Её нынешний вектор развития. Представлены события, связанные с освоением космического пространства КНР. Формируется вывод о нынешнем положении Китая в области космических разработок.

Ключевые слова: КНР, космические разработки, космическая программа.

The exploration of outer space continues up to this day. Many countries invest money and resources in space exploration. This has a peaceful meaning, both the launch of satellites for transmitting information, and the military as the launch of intercontinental missiles. The purpose of this work is to identify the priority areas of China's space program and the description of its history and conclusion about the current situation of the PRC.

China's space program began in the era of Mao Zedong and, like all similar programs, was initially exclusively military. The first Chinese missiles of the late 1950s were copies of the Soviet R-2, the scheme of which the USSR handed over to fraternal China as part of military assistance and the commonwealth. Due to disagreements between the two countries in 1960, the USSR stopped providing support, and the program continued its development independently. In 1967 Mao Zedong was inspired by the "moon race" of the USA and the USSR and decided to start his own manned flight program.

In 1968 China constructed the first theoretically suitable spacecraft for this purpose, Shuguang-1 (SHAGUANG-1), and the selection of astronauts was also started. In 1970 with the help of the Changzheng 1 carrier rocket (Changzheng 1), the PRC managed to put into orbit an artificial satellite called Dongfang Hong I (Dongfang Hong I), which broadcast the revolutionary anthem "The East is Turning Red" to the world.

At that time it was impossible to launch a man into space: in the mid-1970s due to financial problems and the "cultural revolution", the program was on the verge of closure. Deng Xiaoping, who came to power shortly after Mao Zedong's death in 1976, adhered to the country's calm economic development and was skeptical of most space projects. However, the program was not completely curtailed, and in 1986 the idea of launching a Chinese cosmonaut (Taikonaut) was revived in the "Project 863-2".

In 1988 the Ministry of Aerospace Industry was founded, responsible for the preparation of the guided flight program. In 1999 the Shenzhou 1 spacecraft (Shenzhou-1) was successfully launched into orbit, after which it was returned to earth. During the flight, 5 of the 13 systems of the ship burned down, but nevertheless the launch was considered successful. In 2003 taikonaut Yang Liwei was sent into space on a Shenzhou-B5 rocket (Shenzhou-B5). Yang Liwei, having successfully landed on the territory of Mongolia, after 21 hours spent in space, made China the third country that managed to launch a man into space.

The key to success was the perseverance of the inhabitants of the Celestial Empire and the technologies transferred by Russia, thanks to which the Chinese space program made a breakthrough in development in the 1990s. In 1992, Moscow and Beijing signed an Intergovernmental Agreement on Cooperation in the Field of Exploration and Use of Outer Space for Peaceful Purposes. The result of this agreement: 93 contracts, including the sale to Beijing of schemes for the construction of the Soyuz spacecraft with all equipment and spacesuits, assistance in training taikonauts at the Yuri Gagarin Cosmonaut Training Center.

In 2016 China launched the world's first satellite for quantum information transmission. It was named "Mo-tzu" in honor of the ancient Chinese philosopher. The data transmitted from the satellite is contained in a series of photons that cannot be intercepted or copied. Any attempt to intercept them will lead to their self-destruction. The cost of this project is estimated at \$ 100 million.

By the end of 2020 China has carried out 39 orbital launches, including 4 emergency ones. China took 2nd place ahead of Russia, which made 17 launches. The USA took the first place having carried out 44 launches, among which 4 failed.

Plans for the creation of an orbital space station in 2022. On May 5, 2020, a test version of a new type of Chinese spacecraft was successfully launched using the Changzheng-5B "Changzheng-5B" launch vehicle (Veliki Pokhod-5B). This event is the first step for the creation of an orbital space station. It is planned to complete the construction by 2022. The Changzheng-5B launch vehicle is an improved version of the Changzheng-5, the first Chinese heavy-class space rocket (maximum payload - 25 tons). Changzheng-5B has four launch boosters with a diameter of 3.35 m each. It uses non-toxic fuel based on liquid hydrogen, kerosene and liquid oxygen. The length of the launch vehicle reaches 53.7 m, the diameter is about 5 m. The launch weight of the product is 849 tons, and the payload capacity when launched into low Earth orbit is 22 tons. It is expected that Changzheng-5B will be used to launch the station's base module into low Earth orbit.

In less than 70 years China has become one of the leading space powers from a country that did not have its own space technologies. China has a chance to overtake the United States and reach the first position. But it is difficult to predict for what purposes he will use his power.

1. Космос по-китайски [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3144562> (дата обращения: 07.04.2021).
2. Китайская космическая программа: что о ней известно [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bbc.com/russian/news-46746363> (дата обращения: 07.04.2021).
3. 2020. Орбитальные запуски. Итоги [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/535786/> (дата обращения 08.04.2021)
4. Второй фронт: Китай обходит США в космической гонке [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gazeta.ru/army/2020/06/27/13133143.shtml> (дата обращения: 08.04.2021).
5. Brian Harvey. China in Space: The Great Leap Forward. [Text] – 2019. P. – 152-154.
6. Kevin Pollpeter. China dream, Space dream. [Text] – 2014. P. - 130-131.



LJournal

Научно-издательский центр

Рецензируемый научный журнал

**СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА**

№5(5), Ноябрь 2022

ISSN 2782-6090



9 772782 609009 >

Подписано в печать 29.11.2022. Тираж 400 экз.
Формат.60x84/16. Объем уч.-изд. л.1,61
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович