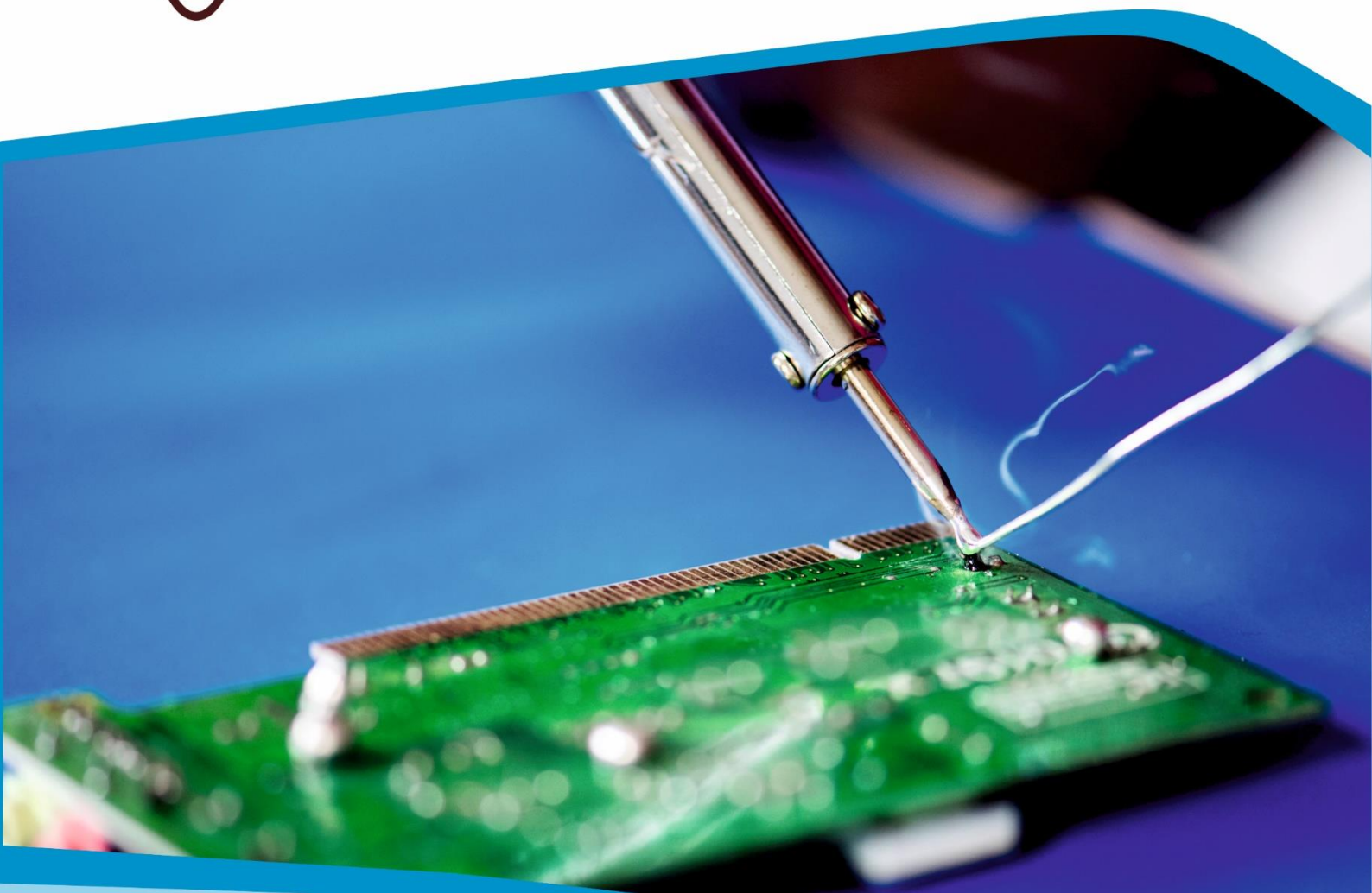




**НАУЧНЫЙ  
ФОРУМ**  
nauchforum.ru

ISSN 2618-9402



XXXIII Студенческая международная  
заочная научно-практическая  
конференция

**ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.  
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ  
№10(33)**

г. МОСКВА, 2020



# ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ. СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

*Электронный сборник статей по материалам XXXIII студенческой  
международной научно-практической конференции*

№ 10 (33)  
Октябрь 2020 г.

Издается с февраля 2018 года

Москва  
2020

УДК 62+51  
ББК 30+22.1  
Т38

Председатель редколлегии:

*Лебедева Надежда Анатольевна* – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

*Волков Владимир Петрович* – кандидат медицинских наук, рецензент АНС «СибАК»;

*Елисеев Дмитрий Викторович* – кандидат технических наук, доцент, начальник методологического отдела ООО "Лаборатория институционального проектного инжиниринга";

*Захаров Роман Иванович* – кандидат медицинских наук, врач психотерапевт высшей категории, кафедра психотерапии и сексологии Российской медицинской академии последипломного образования (РМАПО) г. Москва;

*Зеленская Татьяна Евгеньевна* – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра высшей математики в Югорском государственном университете;

*Карпенко Татьяна Михайловна* – кандидат философских наук, рецензент АНС «СибАК»;

*Костылева Светлана Юрьевна* – кандидат экономических наук, кандидат филологических наук, доц. Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), г. Москва;

*Попова Наталья Николаевна* – кандидат психологических наук, доцент кафедры коррекционной педагогики и психологии института детства НГПУ;

**Т38 Технические и математические науки. Студенческий научный форум.** Электронный сборник статей по материалам XXXIII студенческой международной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2020. – № 10 (33) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [https://nauchforum.ru/archive/SNF\\_tech/10%2933%29.pdf](https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/10%2933%29.pdf)

Электронный сборник статей XXXIII студенческой международной научно-практической конференции «Технические и математические науки. Студенческий научный форум» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

## Оглавление

<b>Секция 1. Технические науки</b>	<b>5</b>
ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ПО ТЕРРИТОРИЯМ ГОРОДА Алексеев Айтал Иванович Федоров Ньургун Владимирович Шамаев Эллэй Иванович	5
ПРОБЛЕМА КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ АСУ ТП Барашков Алексей Игоревич	9
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Бугай Константин Павлович Кащенко Олег Викторович	17
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ В ДЕТАЛЯХ ОСНАСТКИ Гармаев Зорикто Вячеславович Шурыгин Юрий Леонидович	22
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЦЕЛЬНЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ФРЕЗ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК Гомбоев Эрдэм Доржиевич Батурин Валерий Николаевич	32
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОБТЯЖКИ ДЕТАЛЕЙ С ДВОЙНОЙ КРИВИЗНОЙ Гочиков Баясхалан Тумэн- Жаргалович Мандаров Эрдэни Борисович	36
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА Лапина Людмила Евгеньевна Косолапова Елена Валентиновна	43
МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ВНУТРИТРУБНОЙ УГЛЕКИСЛОТНОЙ КОРРОЗИЕЙ ВОЗНИКШЕЙ НА ЭТАПЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ Маухетдинов Евгений Фанисович	53
МЕТОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ Немеш Константин Владимирович Новиков Сергей Николаевич	58

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ Пьянина Дарья Юрьевна Тагиева Наталья Константиновна	64
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СИЛ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ НА ФУНДАМЕНТЫ Фатхлисламов Артур Равильевич Краев Андрей Николаевич	69
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОДУЛЯ НА БАЗЕ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ HERMLE C40U Филиппов Виталий Александрович Мандаров Эрдэни Борисович	76
<b>Секция 2. Физико-математические науки</b>	<b>84</b>
ЭЛЕКТРОННАЯ МУЗЫКА ТЕРМЕНВОКСА Галанов Александр Александрович Глухов Роман Евгеньевич Денисенко Егор Иванович Тагильцев Александр Олегович Семенов Олег Юрьевич	84

# СЕКЦИЯ 1.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ПО ТЕРРИТОРИЯМ ГОРОДА

***Алексеев Айтал Иванович***

*студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
РФ, г. Якутск*

***Федоров Ньургун Владимирович***

*студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
РФ, г. Якутск*

***Шамаев Элэй Иванович***

*научный руководитель,  
канд. физ.-мат. наук, доцент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
РФ, г. Якутск*

**Введение.** Прогнозирование возрастной структуры населения необходимо государственным органам власти для планирования детских образовательных учреждений и общеобразовательных школ и интересно бизнесу для оценки долгосрочных проектов связанных с шаговой доступностью. Задача прогнозирования динамики возрастной структуры населения является вариацией задачи прогнозирования миграции населения [1]. Важнейшие факторы, влияющие на динамику миграции и возрастной демографии, также схожи: наличие точек притяжения молодых семей, доходы молодых семей, государственные мероприятия по стимулированию рождаемости, динамика стоимости жилья и много др.

**Исходные данные.** Возрастная структура населения по территориям города частично известна операторам сотовой связи. Данные ограничены только взрослым населением и фрагментированы по операторам сотовой связи. Данные о возрастной структуре в системе регистрационного учета МВД

искажены родителями, желающими отдать ребенка в престижные школы: массовая регистрация родителей на территории гимназических школ. Авторам не известны исследования об аппроксимации возрастной структуры населения в городе по территориям из государственных баз данных: системы регистрационного учета граждан, образовательных учреждений, кадастрового учета недвижимости, государственной системы записей актов гражданского состояния. Полные данные о возрастной структуре, видимо, могут быть получены только из записей видеонаблюдения в жилых районах города [2]. Несмотря на важность данных о возрастной структуре и миграции населения, автоматизированные информационные системы мониторинга являются потенциальной угрозой свободе граждан и должны проектироваться без возможности идентификации граждан злоумышленниками.

**Репрезентативная выборка по типам квартир.** Далее будем считать, что средняя демографическая половозрастная характеристика квартиры в городе зависит только от типа квартиры. Пример разбиения квартир на типы приведен в Таблице 1.

*Таблица 1.*

**Пример разбиения квартир на типы**

Характеристика квартиры	Пример разбиения	Количество интервалов
количество комнат	1 / 2 / 3 / 4 и выше	4
средняя площадь комнаты	10-20 / 21-25 / 26-30 / 31 и выше м <sup>2</sup>	4
расстояние до делового центра города	не более 20 мин / более 20 мин и не более 40 мин / более 40 мин	3
период постройки	до 1969 / 1970-е / 1980-1999 / 2000-2015 / 2016-2018 / 2019	6
популярность территориальной школы	средняя школа, гимназическая	2

Разбиение по средним площадям квартир может быть проведено по четырем квартилям или исходя из особенностей статистики типовой застройки города.

В рамках такого допущения статистика половозрастного распределения может быть аппроксимирована из статистики по выборке подъездов территории, поскольку в одном подъезде квартиры не могут сильно варьироваться по количеству комнат и средней площади квартир. Выборка подъездов может составлять 1-5% от общего количества подъездов на территории в зависимости от требований к надежности модели.

#### **Прогнозирование возрастной структуры города по территориям.**

Для прогноза возрастной структуры на один год достаточно оценить возрастную структуру жителей квартир в новостройках 32 типов (количество комнат, средняя площадь комнаты, удаленность, популярность территориальной школы) на будущие годы по данным предыдущих лет. Такая аппроксимация может быть выполнена подходящей методикой продолжения временного ряда по каждому типу квартир. Данные прогнозов иногородней миграции учитываются в данных возрастной пирамиды пропорционально по всем 576 типам квартир. Количество новорожденных уточняется результатами прогнозирования рождаемости методом Лесли.

**Прогнозирование рождаемости методом Лесли.** Прогнозирование рождаемости передвижкой по возрастам выполняется при допущении о стабильности коэффициента рождаемости в каждой возрастной группе. Будем считать, что мы рассматриваем  $n$  различных возрастных групп. Из допущения о стабильности следует, что количество новорожденных  $x_0$  можно оценить с помощью модели линейной регрессии

$$x_0 \approx b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n,$$

где:  $x_k$  — количество женщин возрастной группы  $k > 0$ ,  $b_k$  — среднее количество новорожденных у женщин возрастной группы  $k > 0$ . Дальнейшее уточнение доли женщин, переходящих из возрастной группы  $k$  в группу  $k + 1$  приводит к матричной модели Лесли [3] прогнозирования рождаемости. Коэффициенты матрицы Лесли меняются с годами. Прогнозирование матрицы на ближайшие десятилетия выполняется с учетом государственной политики



стимулирования рождаемости и поддержки молодых семей, отложенной рождаемости, экономической ситуации [3]. Матрицу Лесли мы считаем известным из экспертных оценок по стране или региону.

**Заключение.** В работе предложена следующая схема прогнозирования возрастной структуры населения по территориям города:

1. Репрезентативная выборка по типам квартир сокращает расходы на сбор исходных данных половозрастной структуры горожан по территориям города (кварталы, микрорайоны или др. территориальные единицы).

2. Половозрастная структура жителей по типам квартир прогнозируется методами продолжения временных рядов с учетом прибывающей миграции.

3. Статистика по новорожденным строится методом Лесли.

Область применимости предложенной модели задана ограничениями, упомянутыми выше, суть которых сводится к неизменности законодательных ограничений и экономических условий. Также модель не может учитывать отложенный спрос и финансовую логику горожан. Вклад первых двух авторов был отмечен Агентством стратегических инициатив сертификатом победителя data-хакатона от 2-3 июля 2019 года в г. Якутске.

### **Список литературы:**

1. Simini F., González M.C. Maritan A., Barabási A.L. A universal model for mobility and migration patterns // *Nature*. – 2012. – Т. 484. – №. 7392. – С. 96-100.
2. Xu C., Makihara Y., Yagi Y., Lu J. Gait-based age progression/regression: a baseline and performance evaluation by age group classification and cross-age gait identification // *Machine Vision and Appl.* – 2019. – Т. 30. – №. 4. – С. 629-644.
3. Лукина А.А. Прогноз демографической ситуации в РФ с применением переменной матрицы Лесли // *Процессы управления и устойчивость*. – 2014. – Т. 1. – №. 1. – С. 482-487.
4. Golenvaux N., Alvarez P.G., Kiossou H.S., Schaus P. An LSTM approach to Predict Migration based on Google Trends // *arXiv preprint arXiv:2005. 09902*. – 2020.

## ПРОБЛЕМА КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ АСУ ТП

**Барашков Алексей Игоревич**

*студент,*

*Рыбинский государственный авиационный технический университет*

*имени П.А. Соловьёва,*

*РФ, г. Рыбинск*

Автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) на производстве является основополагающим решением, контролирующим и автоматизирующим основные производственные процессы. Во многих отраслях – химии, нефтехимии, электроэнергетике, металлургии – под управлением АСУ ТП находятся критически важные технологические процессы, от функционирования которых зависит не только дееспособность предприятия, но и их физическая безопасность. Остановка ряда процессов или их некорректное изменение на опасных производственных объектах может повлечь катастрофические последствия, включая угрозу техногенных происшествий, экологических катастроф, угрозу жизни людей. Поэтому вопрос обеспечения АСУ ТП является для любого предприятия одним из приоритетных. Все помнят историю о проникновении хакеров и изменение циклов работы центрифуг в процессе обогащения урана на одном из иранских предприятий. Этот инцидент отбросил иранскую ядерную кампанию на несколько лет назад. На промышленных объектах США в год происходит около 500 атак кибер-злоумышленников и 70% из них вызваны простой незащищенностью каналов связи [1].

Основными причинами низкой защищенности АСУ ТП и осуществления атаки могут стать такие факторы как незащищенность каналов связи, бреши в программном обеспечении или протоколах, а также влияние человеческого фактора включая как внешних, так и внутренних нарушителей.

Широкое применение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и других технологических систем (диспетчерских, информационно-измерительных, сбора данных и пр.) делает критически важным обеспечение информационной безопасности таких систем, поскольку успешные атаки на них могут привести к нарушению

производственных технологических процессов, многомиллиардным убыткам и/или техногенным катастрофам различного масштаба.

Оценка уровня защищённости, тесты на проникновение и инструментальные проверки на этапе аудита — это первый шаг на пути защиты технологических систем и объектов. Именно от выводов, полученных в результате оценки уровня защищённости, зависят все последующие шаги обеспечения ИБ АСУ ТП, технологических систем и критически важных объектов (КВО).

Автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) – это целостная группа программных и технических средств, используемых для автоматизирования процессов управления техническим оборудованием на производстве. В настоящее время большое количество специалистов убеждены в том, что главная опасность – это вторжение террористических, экстремистских и агрессивно настроенных групп в управление автоматизированными системами особо значимых объектов, а так же с выводом из строя этих автоматизированных процессов. Учитывая заинтересованность схожих группировок к компаниям США, заинтересованность информационными источниками в России, их мотивацию и их состояние, можно предвидеть рост взломов в особо ценные объекты России. Некоторые специалисты на данный момент предрекают, что террористические организации будут иметь возможность приобретать производственную информацию промышленности для совершения атак. Из чего следует, что государство должно предвидеть опасность и сразу обезопасить себя от данных видов угроз. В промышленности, очень важен вопрос о защите автоматизированных систем управления техническими процессами, особенно в тех отраслях, где возможен максимальный урон технически и где жертв будет наибольшее количество. Чаще всего, это энергетические компании и организации топливно-энергетического комплекса, поскольку здесь можно получить и экономический урон, например, нарушение поставки нефтяного и газового сырья, или прекращение подачи электроэнергии для целого населения, так и экологические или техногенные катастрофы. Кроме этого, получить ущерб может пассажирский транспорт. Такие отрасли имеют широкую

и связанную сеть во всей России, и в таких компания государство должно обеспечить полную безопасность на всех уровнях производства.

На данный момент времени компании и организации стали подходить к задаче о защите информационного пространства своего бизнеса все чаще. Чтобы защитить сложные технологические процессы на «особо» важных объектах, необходимо иметь специалистов, которые будут применять особые способы и подходы от террористических атак. Особенность защиты автоматизированных систем управления технологическими процессами от информационной опасности состоит в том, что необдуманное использование средств защиты приводит к понижению всей надежности системы. Средства, которые используются для создания защиты от злоумышленников, не должны приводить к созданию новых сбоев в системе и мешать правильному функционированию АСУ ТП, а наоборот должны в первую очередь устранить существующие угрозы. Из-за этого автоматизация и безопасность должны быть сбалансированы и не препятствовать друг другу.

Несанкционированные внедрение в систему промышленных предприятий стали расти в последнее время. В некоторой степени это привело к ажиотажу вокруг этой темы в средствах массовой информации и в особенности на защиту производства. Недавно в Германии было совершено хакерское атака на сталелитейное предприятие. Злоумышленников удалось дистанционно управлять доменной печью, что привело к ее поломке, вследствие этого производство не могло функционировать долгое время. Взломать доменную печь хакеры смогли, внедрив опасный вирус в офисную сеть. В Украине в одном из предприятий по поставки электрической энергии, была произведена кибератака, что привело остановки подачи электрической энергии более чем на 80 подстанциях, отключился целый городок с населением более 200 тыс. человек. В это же время злоумышленники атаковали call-центр этого предприятия, это позволило отвлечь внимание с отключения приборов контроля работы технологического оборудования. Выключив подстанции, злоумышленники решили внедрить в информационную систему опасно программное обеспечение и приступили

к удалению ценной информации с компьютеров на станциях и SCADA-серверах, в тоже время была произведена перенастройка источников бесперебойной системы питания. Хакеры имели высшую степень технической подготовки к атаке, поскольку количество систем, в которые удалось им внедриться, было велико. Совсем недавно злоумышленник, в соединенных штатах Америки, используя развлекательные системы, смог проникнуть в бортовой компьютер самолета и на пару минут уменьшил тягу одного двигателя самолета, вследствие чего самолет некоторое время летел, наклонившись на один бок. По словам хакера, в течение нескольких лет он смог осуществить еще 30 таких взломов. Один эксперт из Европы смог доказать возможность дистанционного внедрения в бортовой компьютер автомобиля со своего мобильного устройства и тем самым он смог управлять системными процессами авто, включая руль, педали и селектор переключения передач.

В энергетике, нефтегазовая отрасли, металлургии, транспортных компаниях, машиностроении наиболее развита система безопасности АСУ ТП. Для того чтобы обезопасить всю промышленную сеть и АСУ ТП, нужно использовать комплексно-последовательные подходы, который учтут особенность и специфику промышленного предприятия, который основывается на международных стандартах требований и рекомендаций, так и Российских нормативных документов по обеспечению информационной безопасности промышленных систем. В России основой нормативов является приказ ФСТЭК России №31, назначающий требования к обеспечению защиты информации в АСУ ТП. Комплексный подход подразумевает также регулярное проведение аудита состояния защищенности АСУ ТП на основе интервьюирования специалистов предприятия, анализ документации, структуры и конфигурации систем, а также проведение инструментального анализа защищенности и поиск уязвимостей. По итогу года пользуясь результатом аудита данных производится анализ рисков, с помощью которого определяются угрозы, представляют опасность для полноценного функционирования приборов.

Начиная работу построения архитектуры решений, в первую очередь, нужно подобрать нужный тип базового продукта. Все решения ИБ АСУ ТП можно разделить на две категории:

- Системы отслеживания активности и обнаружение угроз. Системы отслеживания обеспечивают только мониторинг, без блокировки, но следят за угрозами и проблемами, обнаруживают их и доносят информацию до службы безопасности. Системы мониторинга активности также подразделяются по классам, среди них:

- система обнаружения кибератак и сетевых аномалий;
- система мониторинга событий информационной безопасности и беспроводных сетей;
- пассивная система анализа уязвимостей;
- система проверки конфигураций оборудования и правил доступа сетевого оборудования;
- система контролирующая целостность данных и программного оборудования.

Например, первые из них, системы обнаружения компьютерных атак и сетевых аномалий, анализируют сетевой трафик и выделяют из него информацию о сетевых потоках, анализ которой более эффективен для обнаружения угроз по сравнению с сигнатурными методами и позволяет обнаружить в том числе и атаки на неизвестные уязвимости и вовремя реагировать на подозрительные инциденты.

Еще одна классификация систем информационной безопасности АСУ ТП – это разделение их на традиционные и специализированные. Классические системы ИБ могут использоваться на промышленных предприятиях для построения архитектуры, управления информационными потоками. Вторая группа решений — специализированные, подходят для компаний тяжелой промышленности. Это металлургия, энергетика, нефтегаз, где более агрессивная среда (температура, магнитные излучения, пыль). Если системы безопасности находятся рядом с промышленными объектами, тут должны применяться

дополнительные условия, учитываться специфические требования среды, применяться специализированный монтаж промышленного оборудования, устойчивое к агрессивным средам исполнение и т.д. Грубо говоря, специализированные системы должны быть «умными», должны разбираться в промышленном трафике, учитывать именно программное обеспечение, трафик промышленных систем. Однако это не значит, что традиционные системы безопасности не применяются на промышленных предприятиях.

К сожалению, сегодня основная проблема безопасности АСУ ТП – это отсутствие внимания к ее обеспечению. Ввиду того, что технологические сети зачастую достаточно статичны, не принято что-либо менять, оборудование устаревает, используются старые версии программных продуктов и операционных систем со множеством уязвимостей. Отсутствие внимания к ИБ проявляется и в бесконтрольном использовании периферийных устройств, флеш накопителей, отсутствии политик защиты АСУ ТП и ответственных лиц. Также все реальнее становится вероятность кибертерроризма. Поэтому в то время, пока рынок защиты АСУ ТП пока только созревает, важно наращивать компетенции для предоставления эффективной помощи заказчикам в построении комплексных систем управления и обеспечения информационной безопасности.

Важнейшей составляющей промышленной инфраструктуры является автоматизированная система управления технологическим процессом. Обеспечить максимально возможную многоуровневую защиту АСУ ТП – приоритетная задача. Увеличение объема накопленных сведений в АСУ значительно расширило границы использования системы. Ведущими специалистами созданы комплексные методики обеспечения безопасности автоматизированной системы для управления технологическим процессом.

Есть основные типы способов защиты – физические мероприятия, организационные протоколы, технические средства.

Физические мероприятия:

- ограждение территории и охрана сооружений с оборудованием;

- установка контрольно-пропускного пункта у входа в помещение с оборудованием, установка специальных замков для регулирования доступа;
- установка системы охранной сигнализации.

Организационные протоколы ориентированы на человеческий фактор. Основная их задача заключается в определении и выполнении норм по обеспечению слаженного функционирования составляющих компонентов АСУ ТП путем утверждения пакета соответствующей документации.

Программа технической безопасности является основным фактором, обеспечивающим охрану автоматизированной системы управления. Она включает следующие мероприятия:

- Управление системой обеспечения безопасности АСУ ТП.
- Управление доступом к АСУ.
- Организация антивирусной безопасности АСУ.
- Обеспечение безопасного сетевого взаимодействия АСУ.
- Выявление вторжений в систему.
- Анализ безопасности АСУ ТП.
- Реагирование на инциденты [4]

На текущий момент задача обеспечения защиты и безопасности АСУ ТП становится все более актуальной. Особое внимание следует уделить не столько соблюдению конфиденциальности АСУ, сколько сохранению цельности и непрерывности ее функционирования, поскольку корректный и контролируемый технологический процесс обеспечивает прежде всего безопасность здоровья и жизнедеятельности людей, а также защиту окружающей среды.

### **Список литературы:**

1. Сайт компании «АСТ». URL: <https://www.acti.ru/> (дата обращения: 05.10.20).
2. Грицай Г. и др. Безопасность промышленных систем в цифрах v2.1\*. URL: [http://www.ptsecurity.ru/download/SCADA\\_analytics\\_russian.pdf](http://www.ptsecurity.ru/download/SCADA_analytics_russian.pdf) (дата обращения: 05.10.20).
3. Сайт конференции «Информационная безопасность АСУ ТП КВО». URL: <http://www.ибкво.рф/> (дата обращения: 05.10.20).



4. Семкин С.Н. Основы организационного обеспечения информационной безопасности объектов информатизации: учеб. пособие / С.Н. Семкин, Э.В. Беляков, С.В. Гребенов, В.И. Козачок. М.: Гелиос АРВ, 2005. 192 с.
5. Захарченко В.Е. Контроль достоверности значений параметров в АСУ ТП // ИММОД-2007.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

***Бугай Константин Павлович***

*студент,*

*Нижегородский архитектурно-строительный университет,*

*РФ, г. Нижний Новгород*

***Кащенко Олег Викторович***

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,*

*Нижегородский архитектурно-строительный университет,*

*РФ, г. Нижний Новгород*

На предприятиях производства текстиля вода применяется как растворитель (для подготовки растворов моечного назначения на предприятиях начальной обработки шерсти; приготовления нарочных или мочильных растворов на фабриках начальной обработки лубяных волокон; подготовки отделочных, отбеливающих и красильных растворов на заводах текстильного производства; приготовления отделочных, отмочно-зольных, красильных и дубильных растворов в кожевенном производстве [0]). Примерно 70 % воды, используемой в текстильном производстве требуется на промывку сырья, а также отмывку полуфабрикатов в различных этапах технологического процесса.

Готовые изделия, производимые в текстильном производстве, в зависимости от типа (одежда, ковры, ткани, шинный корд, шерсть), выполненные из волокон различного типа, подвергаются технологической обработке для подготовки к конечному применению. К конечной обработке относятся следующие процессы:

- удаление из шерстяных и хлопковых волокон различных естественных загрязнений (твердые мелкие частицы, грязь, жировые частицы);
- удаление примесей технологического характера (металлические частицы, шлихтующий раствор);
- аппретирование изделий для сообщения им требуемых качественных показателей, которые характеризуют товарный вид, тактильное качество и механическая прочность.

Предприятия текстильного направления на технологических стадиях производства требуют подачи больших объемов воды. Для использования воды в технологическом цикле ее требуется подготовить. Применяются следующие способы подготовки воды для текстильного производства:

- обессоливание (если требуется высокое качество) или умягчение воды в процессах изготовления пряжи, при выработке искусственного волокна;
- очистка воды для подачи на питание парогенераторов источников тепловой энергии, особенно для требующих существенных объемов подпиточной воды (при малом возврате конденсата);
- снижение жесткости воды (умягчение), иногда с предварительным уменьшением концентрации углекислого газа (декарбонизацией), воды, если она используется при крашении и отбелке волокна;
- осуществление обессоливания воды, применяемой в установках кондиционирования воздуха, подаваемого в ткацкие или прядильные цеха (ионный обмен, термическое обессоливание, обратный осмос).

На заводах текстильной промышленности существенные расходы воды требуются в красильно-отделочных процессах.

На текстильных производствах имеется тенденция к сокращению количества потребляемой свежей воды [2]. Это достигается многократным использованием воды в оборотных циклах, применение новых, маловодных, технологий производства волокон, использование воды, отработавшей в одном процессе, для других целей, замкнутые циклы производства по воде.

Технология промывки текстильных волокон в агрегатах периодического действия дает возможность на 70 % снизить использование свежей воды, а, значит, уменьшить вывод сточных вод, параллельно с этим на 80% уменьшить потребление электрической энергии.

В легкой промышленности имеется несколько экологических проблем, которые необходимо учитывать при проектировании такого рода предприятий:

- избыточное водопользование и загрязнение водной природной среды: сточные водные потоки текстильного производства характеризуются

содержанием в них грубодисперсных примесей, хлоридов, цинка, железа, соединений, содержащих азот и фосфор, сульфатов, хрома, нитратов, СПАВ, никеля и прочих веществ; в сточных водах производства, производящего кожевенную продукцию, имеют место быть алюминий, жиры и масла, СПАВ, фенолы, соединения азота, формальдегид и др.

- атмосферные загрязнения в виде пыли, оксида углерода, диоксида серы, оксидов азота и других составляющих;
- отходы технологии в форме нитей, волокон, обрезков материи, куски кожевенных изделий и пр.

Рассмотрим проблему загрязнения водных объектов предприятиями текстильной промышленности.

Главными источниками загрязнения природных водных объектов текстильные комбинаты и фабрики, предприятия дубления кож. Образующиеся сточные потоки текстильного производства характеризуются присутствием в них большого разнообразия загрязняющих веществ [3].

Процесс избавления промышленных сточных вод от загрязняющих веществ разбивается на ряд этапов:

- предварительный этап (процеживание и удаление крупных примесей, перемешивание и сбор, отделение всплывающих частиц);
- первичный этап (отстаивание и нейтрализация);
- вторичный этап (отстаивание, применение активного ила и использование биологических фильтров, сбраживание биологически активных примесей);
- третичный этап, завершающий, доочистка (коагуляция и отстаивание, экстракция, финальное фильтрование, адсорбция на активированных загрузках и ионный обмен).

Процессы очистки применяют в различных конфигурациях в зависимости от схемы производства, химического и физического состава сточных вод и применяемых требований к составу и концентрациям примесей в очищенной воде.

Классификация методов очистки сточных вод текстильных предприятий приведены в таблице.

*Таблица 1.*

**Способы очистки [4] сточных вод  
предприятий текстильной промышленности**

<b>Название метода</b>	<b>Загрязнения</b>
Отстаивание	Очистка от грубодисперсных примесей
Фильтрация	Очистка от грубодисперсных примесей, твердых и жидких
Коагуляция	Очистка от частиц в коллоидном состоянии
Адсорбция	Очистка от растворителей, химических загрязнений
Нейтрализация	Корректирование pH стоков
Окисление и восстановление	Очистка от окислителей, восстановителей, нитросоединений
Ионный обмен	Изменение ионного состава, удаление ионов
Флотация	Очистка с помощью пузырьков воздуха, захватывающих загрязнения, всплывающих и удаляющихся в виде пены
Флокуляция	Очистка воды от коллоидных веществ и грубодисперсных примесей
Ультрафильтрация и обратный осмос	Очистка от ионов и мелкодисперсных примесей

Можно привести несколько мероприятий по снижению или даже предотвращению поступления загрязненных сточных вод текстильного производства:

- модернизация производства с переходом на замкнутую схему водооборота;
- уменьшение смешения сточных вод с загрязняющими веществами и предотвращение перемешивания производственных и бытовых стоков;
- использование безводных или маловодных технологий;
- модернизация процессов охлаждения с увеличением эффективности;
- модернизация процессов очистки воды.

Состав схемы очистки стоков и применение аппаратов принимается в каждом конкретном случае и зависит от множества факторов.

## **Список литературы:**

1. Васильев Г.В., Ласков Ю.М., Васильева Е.Г. Водное хозяйство и очистка сточных вод предприятий текстильной и легкой промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1996.
2. Трегубова А.А. Современные экологические проблемы текстильной технологии. Современные наукоемкие технологии / А.А. Трегубова. - М.: Metallurgia, 2007.
3. В.Н. Ануфриев Очистка сточных вод предприятий текстильной промышленности. – Экология на предприятии, №1 (43), январь 2015 г.
4. Ефимов А.Я., Таварткиладзе И.М., Ткаченко Л.И. Очистка сточных вод предприятий легкой промышленности// Киев: Техника. 1985.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ В ДЕТАЛЯХ ОСНАСТКИ**

***Гармаев Зорикто Вячеславович***

*магистрант,  
Восточно-Сибирский государственный университет  
технологии и управления,  
РФ, г. Улан-Удэ*

***Шурыгин Юрий Леонидович***

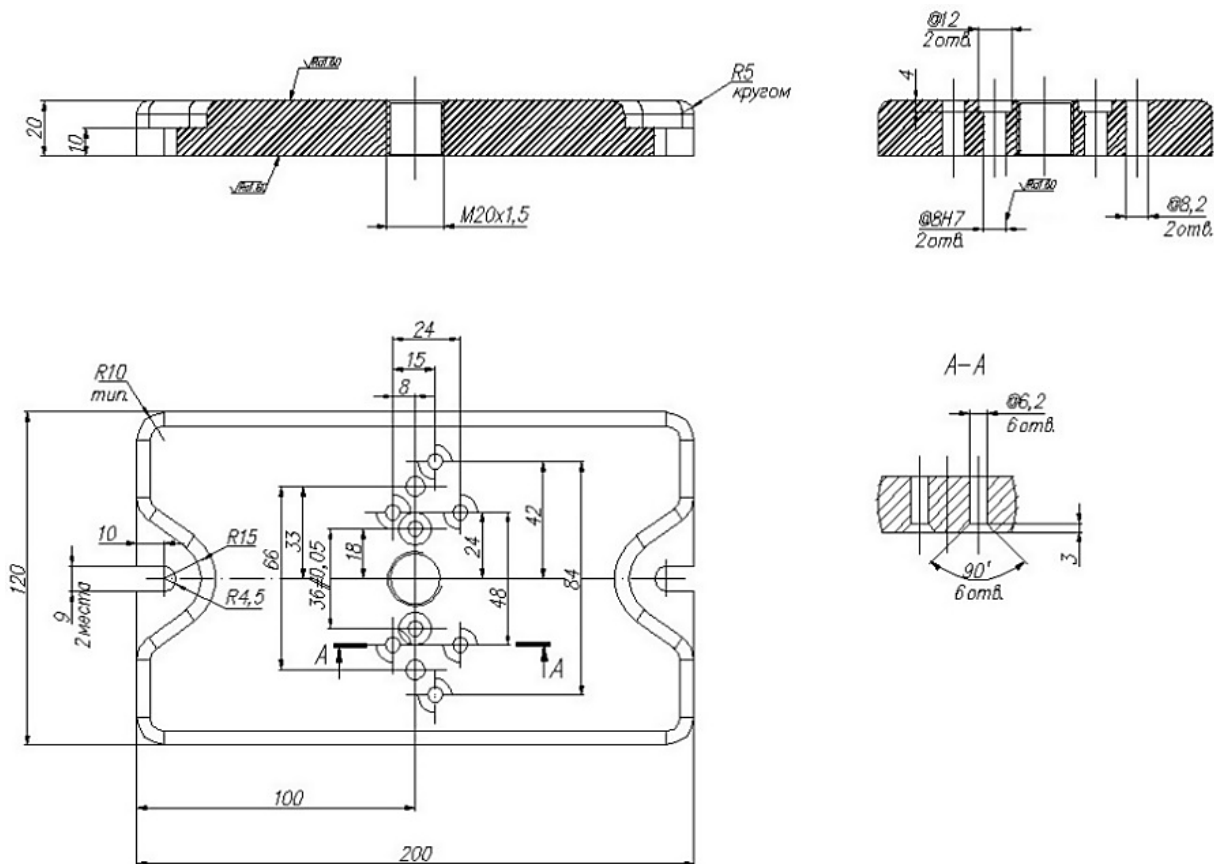
*научный руководитель,  
канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой,  
Восточно-Сибирский государственный университет  
технологии и управления,  
РФ, г. Улан-Удэ*

В настоящее время в цехе инструментальной оснастки изготавливается широкая номенклатура корпусных и крепежных деталей, деталей несущих конструкций, а также деталей оснастки для подготовки производства.

На участке цеха, более 85% процентов деталей оснастки переведены на высокопроизводительные многоцелевые станки с ЧПУ. Предприятие закупает новое оборудование и внедряет новые технологии, что расширяет номенклатуру применяемой оснастки.

Детали оснастки имеют множество отверстий, разных по типу конструкции и размеров, а также требованиями к точности и качеству поверхностей. В зависимости от назначения, отверстия служат под крепежные изделия (болтовое и винтовое соединение), под технологические колонки для фиксации и взаимного ориентирования деталей оснастки относительно друг друга, под штифтовое соединение, осей, штырей и так далее.

На рисунке 1 приведен пример детали оснастки «Основание», которая изготавливается в цехе на высокопроизводительных станках с ЧПУ.



**Рисунок 1. Основание в приспособлении для выкладки кожан**

В процессе разработки технологического процесса (ТП) и управляющей программы (УП), систематически встречаются определенные типы отверстий, для окончательной обработки которых применяются разные методы (фрезерование, развертывание, растачивание). И как показывает практика, методы окончательной обработки назначаются по-разному, исходя из личного опыта каждого технолога.

Например, на высокопроизводительном многоцелевом станке с ЧПУ, окончательная обработка отверстия диаметром 18 мм, глубиной 40 мм с точностью Н по 7 качеству может производиться следующими методами: фрезерование по круговой интерполяции, развертывание и чистовое растачивание. Заданные требования по качеству выполнены, но отверстие было изготовлено тремя разными методами.

Для назначения эффективного метода обработки отверстия, позволяющего добиться требуемых параметров, необходимо знать назначение отверстия, а также возможности режущего инструмента и оборудования.



На сегодняшний день, отсутствует классификация изготавливаемых отверстий в цехе. Также нет четких рекомендаций по изготовлению систематически встречаемого типа отверстия с вариативностью методов окончательной обработки.

В совокупности, данная проблема приводит к отсутствию единообразия процесса изготовления на типовые отверстия в деталях, производимых в цехе.

Описанные в источниках [1, 2] типы и классификации отверстий содержат сокращенную информацию для общего машиностроения. Для определения возможных методов обработки, необходимо разработать классификацию отверстий в цехе по параметрам обрабатываемого диаметра, глубины, точности и шероховатости.

«Традиционные» методы обработки, описанные в литературе [1, 2] рассмотрены для универсального оборудования с применением стандартного инструмента. В нынешних реалиях, с использованием современного оборудования и инструмента, информация, касаемая точностных и качественных характеристик режущего инструмента и производительности оборудования является неактуальной.

Цель работы в повышении эффективности обработки отверстий в деталях, изготавливаемых в цехе с применением многоцелевых станков с ЧПУ.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ и разработать классификацию изготавливаемых отверстий.

2. На основании анализа возможных и применяемых методов, составить эффективные технологии изготовления типовых отверстий и определить тип отверстий с вариативностью методов окончательной обработки, в условиях цеха.

3. Определить эффективность методов (фрезерование, развертывание, растачивание) при изготовлении отверстий с вариативностью окончательной обработки в условиях цеха.

В процессе рабочей деятельности, был проведен анализ более 50 сборочных единиц приспособлений (штампы, пресс-формы, форм-блоки, приспособления для остекления и т.д.) и более 150 наименования деталей, изготовленных в цехе.

Была рассмотрена конструкция отверстий в приспособлениях и прилегающие спецификации к чертежам.

На основании описанных в литературе [1-3] типов и классификаций отверстий, а также проведенного анализа сборочных единиц изготавливаемой оснастки, была разработана классификация отверстий, изготавливаемых в цехе, см. рисунок 2.

НАЗВАНИЕ ИЗГОТАВЛИВАЕМОГО ОТВЕРСТИЯ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	ЭСКИЗ	КВАЛИТЕТ ТОЧНОСТИ	ШЕРОХОВАТОСТЬ R <sub>a</sub> , мкм	ДИАПАЗОН ДИАМЕТРОВ, мм	ДИАПАЗОН ГЛУБИНЫ, мм
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ	A1		H12	6,3	6,4-20	3-100
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ УГЛУБЛЕНИЕМ	A2		H12	6,3	1: 11-32 2: 6,4-20	7-21 8-44
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С КОНИЧЕСКИМ УГЛУБЛЕНИЕМ	A3		H12	6,3	1: $\alpha 90^\circ$ 2: 3,2-8,4	2,3-4,2 1-17
СКВОЗНЫЕ РЕЗЬБОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ	B1		H12	3,2-6,3	5-13,9	4-46
ГЛУХИЕ РЕЗЬБОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ С КОНИЧЕСКИМ ДНОМ	B2		H12	3,2-6,3	2,5-17,4	8-50
ГЛУХИЕ РЕЗЬБОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ С ПЛОСКИМ ДНОМ	B3		H12	3,2-6,3	5	12-15
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ	C1		H7	0,4	4-20	15-100
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ УГЛУБЛЕНИЕМ	C2		H7	0,4	1: 22-25 2: 8	6,5-8 33,5-37
ГЛУХИЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С КОНИЧЕСКИМ ДНОМ	C3		H7	0,4	4-18	10-40
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ	D1		H7-H9	0,8-16	16-50	25-74
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С ТЕХНОЛ. ОТВЕРСТИЕМ	D2					
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ	E1		H7	0,8	10-22	8-30
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ УГЛУБЛЕНИЕМ	E2		H7	0,8	1: 24-38 2: 18-30	3-4 22-30
ГЛУХИЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С КОНИЧЕСКИМ ДНОМ	E3		H7	0,8	5-20	10-20

**Рисунок 2. Классификация изготавливаемых отверстий в цехе**

Отверстия, определенные в классификации, подразделяются на 4 типа:

- Крепежно – резьбовые отверстия (обозначение А и В) - данный тип отверстий предназначен для болтового и винтового сопряжения деталей;
- Установочные отверстия (обозначение С) - данный тип отверстий предназначен для фиксации соединения и взаимного ориентирования деталей с помощью технологических пальцев, штифтового соединения, штырей и осей;
- Направляющие отверстия (обозначение D) - данные отверстия обеспечивают точное направление и взаимное ориентирование деталей с помощью технологических колонок;
- Направляющие отверстия (обозначение E) - данные отверстия изготавливаются для запрессовывания втулок под пальцы и технологические колонки под направляющие.

На основании проведенного анализа возможных технологий изготовления отверстий, а также разработанной классификации (см. рисунок 2) и имеющегося инструментального оснащения в цехе инструментальной оснастки АО «У-УАЗ», были составлены технологии изготовления типовых отверстий, с целью определения типа отверстия с вариативностью методов окончательной обработки.

1. Крепежно – резьбовые отверстия: изготовление данной группы отверстий не требует высоких точностных характеристик и качества поверхности, что позволяет производить обработку типовыми операциями.

2. Установочные отверстия: изготовление установочных отверстий требует высоких точностных характеристик и качества поверхности, так как имеют глубину  $L/D > 3$ , где  $D$  – диаметр фрезы (наибольший диаметр 16 мм.) и шероховатость  $Ra$  0.4 мкм. Данные отверстия рекомендуется обрабатывать предварительными полустовыми проходами методом фрезерования, чтобы снизить увод оси отверстия. Добиться высоких требований к шероховатости ( $Ra$  0.4 мкм) возможно только методом развертывания.

3. Направляющие отверстия: требования, предъявляемые к точности и качеству поверхностей для направляющих отверстий высокие, точность 7 квалитет (редко 9) с шероховатостью  $Ra$  0.8-1.6 мкм. К данным отверстиям,

нередко предъявляются требования к перпендикулярности и соосности оси. Диапазон диаметров направляющих отверстий 5-50 мм, и глубины 8-74 мм. Что увеличивает варианты окончательной обработки (фрезерование, развертывание, растачивание).

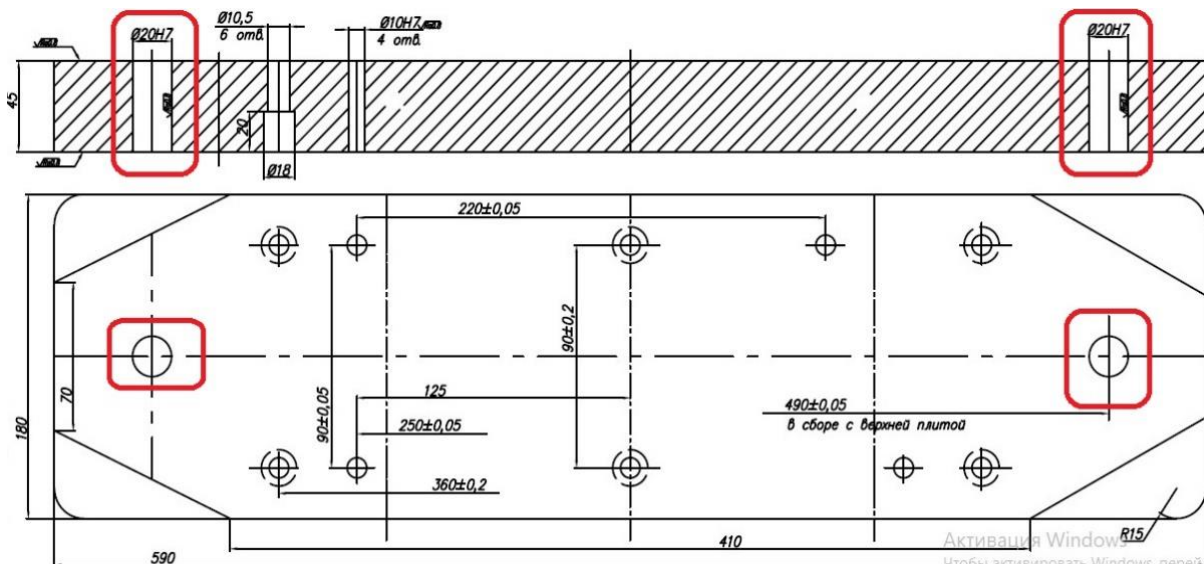
Проведенный анализ позволил сделать следующее заключение, что отверстия диаметром 18-20 мм, глубиной 38-48 мм, точностью Н7 и шероховатостью Ra 0.8 мкм являются типом отверстия с вариативностью методов окончательной обработки, так как все три метода способны обеспечить точностные и качественные характеристики на заданные параметры глубины и диаметра.

Данные отверстия систематически встречаются в деталях оснастки, изготавливаемых в цехе. При разработке ТП и УП появляются спорные моменты, касаемо назначения наиболее эффективного метода окончательной обработки. Исходя из этого, необходимо определить эффективность трех методов обработки для данной группы отверстий.

От назначенного метода обработки отверстия в детали зависит эффективность использования технических возможностей производства, применяемого оборудования и инструмента. Производственный процесс можно рассматривать как затраты времени на изготавливаемую продукцию. Эффективность изготовления детали имеет прямую зависимость от применяемых методов обработки на станке, и в соответствии с ГОСТ3.1109, состоит из следующих критериев:

1. Нормы штучного времени (Тшт.).
2. Нормы подготовительно заключительного времени (Тп.з).
3. Затраты на инструмент.

В ходе проведения эксперимента, была рассмотрена деталь «Плита нижняя» из материала Ст3 (см. рисунок 3). Выполняемая операция: обработка двух отверстий Ø20 (Н7), длиной l=45 с шероховатостью поверхности Ra 0.8 мкм. Заготовка – поковка, масса 37.3 кг. Станок – высокоскоростной многоцелевой станок с ЧПУ СИГАС ВС-168.



**Рисунок 3. Нижняя плита гибочного штампа  
(красным выделены два отверстия под технологические колонки)**

Инструментальное оснащение.

Сверление: Гидравлический патрон с хвостовиком DIN69871, 50ER40 SHORT»; цанга ER40 SEAL 15-16 JET2; твердосплавное сверло Corodril 460.1-1600-120A1-XM GC34.

Фрезерование: Термопатрон DIN69871-SRKIN; фреза корпусная Widia M270TD016A16L160; пластина M270HF16; цельная твердосплавная фреза Widia, серия 571816006MT.

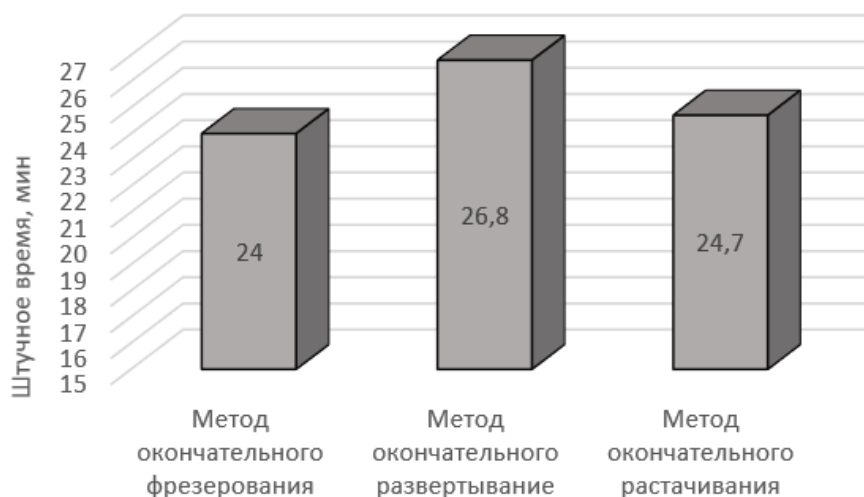
Развертывание: Патрон TM-NA04-93020-630547; развертка серии Cororeamer 435.B-2000-A1-XF H10F.

Растачивание: Патрон для соединения MB с коническим хвостовиком DIN69871; головки для чистового растачивания VHF MB16-MB50; державка INRF; пластина CCMT 060204-14.

На основании проведенного хронометража операций и произведенных расчетов нормы штучного и подготовительно – заключительного времени, затрат на инструмент, можно сделать заключение, что при окончательной обработке отверстий с вариативностью методов ( $\varnothing 18-20$ ; точность H7; длиной 38-48 мм; шероховатостью Ra 0.8 мкм), эффективность применения метода фрезерования выше, на основании следующих критериев:

## 1. Норма штучного времени.

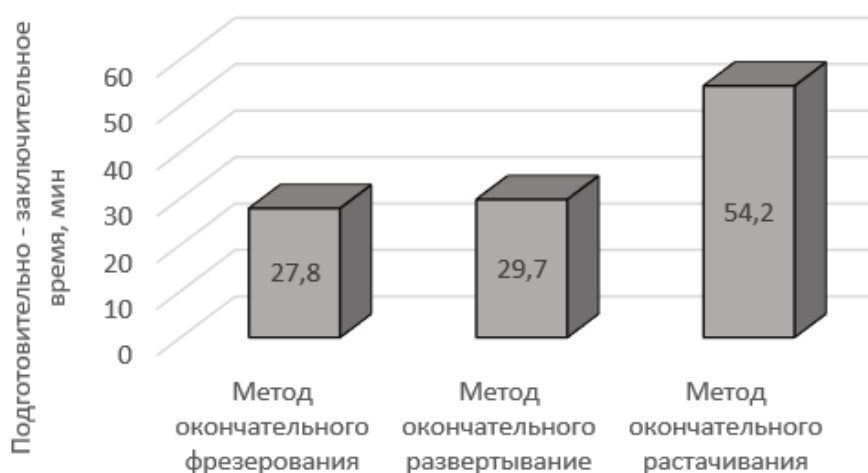
Норма штучного времени при методе фрезерования – 24 мин. ниже, чем при развертывании – 26,8 мин. и растачивании - 24,7 мин, см. рисунок 4. Небольшая разница заключается в том, что меняется только окончательная операция основного времени.



**Рисунок 4. Зависимость нормы штучного времени ( $T_{шт.}$ ) от метода окончательной обработки отверстий**

## 2. Подготовительно – заключительное время.

Затрачиваемое подготовительно – заключительное время при методе фрезеровании – 27,8 мин. ниже, чем при растачивании - 54,2 мин. и развёртывании - 29,7 мин, см. рисунок 5.

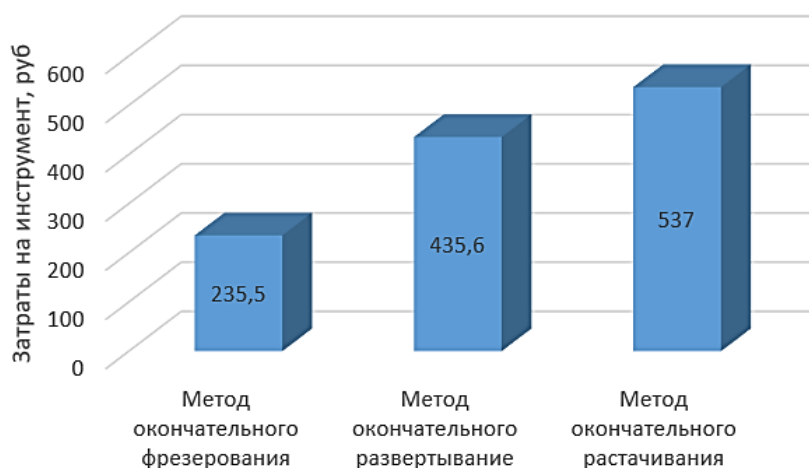


**Рисунок 5. Зависимость подготовительно - заключительного времени ( $T_{п.з}$ ) от метода окончательной обработки отверстий**

Это обусловлено трудоёмкостью настройки расточной системы на заданный размер – 24.2 мин. с необходимостью установки пробной заготовки. В то время, при методе фрезерования процесс настройки на заданный размер занимает 0.9 минуты при обработке первого отверстия в детали (партии).

### 3. Затраты на инструмент.

На основании произведенных расчетов затрат на режущий инструмент и приведенных графиков зависимости (см. рисунок 6), при обработке данных отверстий, экономически целесообразнее применять метод фрезерования – 235,5 руб., в отличии от развертывания – 435,6 руб. и растачивания – 537 руб.



**Рисунок 6. Зависимость затрат на инструмент от метода окончательной обработки отверстий**

Разница показателей, это следствие основного времени окончательной обработки отверстия, дороговизны расточных державок и пластин, разверток и их меньшей стойкости, чем у фрезы.

На основании проведенного хронометража, расчетов нормы штучного и подготовительно – заключительного времени, расчет затрат на инструмент и приведенных графиков зависимости, можно сделать вывод, что при окончательной обработке отверстий с вариативностью методов (Ø18-20, длиной 38-48 мм, с точностью Н по 7 качеству и шероховатостью поверхности Ra 0.8 мкм) в условиях цеха, применение метода фрезерования является наиболее эффективным.

### **Список литературы:**

1. Технология машиностроения - учебник для вузов / под ред. М.Е. Егорова. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1976. – 534 с.
2. Технология механической и физико-химической обработки материалов. [Электронный ресурс]: <https://studfile.net/preview/6762133/page:6/> (дата обращения 20.09.2020).
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. Т1. – 8-е изд., переработан и дополнен под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.



## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЦЕЛЬНЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ФРЕЗ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК**

***Гомбоев Эрдэм Доржиевич***

*магистрант,*

*Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления,  
РФ, г. Улан-Удэ*

***Батурин Валерий Николаевич***

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,*

*Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления,  
РФ, г. Улан-Удэ*

В настоящее время на различных предприятиях для обрабатывающих центров используется инструмент, закупаемый у зарубежных производителей. Каждая фирма-производитель разрабатывает свои виды сплавов режущего инструмента, виды покрытий и соответственно геометрии режущего инструмента. Закупка инструмента на АО «У-УАЗ» производится сейчас у разных фирм и не всегда представленный поставщиками инструмент отвечает заявленным ими требованиям по точностным и стойкостным характеристикам. Кроме того, для закупаемого инструмента практически не проводят предварительные испытания и на производстве основным критерием обоснования закупки инструмента является его стоимость. Поэтому актуальной задачей является установление и применение на производстве таких критериев обоснования выбора инструмента, которые учитывали бы не только его стоимость, но и время эксплуатации. Таким образом критерии оценки должны быть относительными, измеряемыми в рублях на время эксплуатации. Это позволит предприятию сэкономить расходы на инструменты.

Целью работы является сокращение расходов на закупаемые дорогостоящие режущие инструменты.

Для достижения поставленной цели в системе инструментального обеспечения предприятия необходимо решить следующие задачи, рассматриваемые в данной работе:

а) установить для закупаемых режущих инструментов примерную величину периода стойкости. В инструментальных каталогах не отражены значения

периодов стойкости, однако, эти значения являются необходимыми для планирования расхода инструмента;

б) режимы резания и гарантированная точность обработки, которая представлена в каталогах не всегда подтверждается на практике. Поэтому при необходимости нужно ввести их коррекцию;

в) для обработки элементов деталей могут быть использованы инструменты различных производителей, однако они отличаются как по цене, так и по срокам эксплуатации. При этом выбор инструмента на заводе осуществляется только по цене. Необходимо использовать относительный критерий, отражающий денежные затраты на инструмент, отнесенные ко времени его службы.

В исследовательской части рассмотрены решения для поставленных в системе инструментообеспечения задач:

а) изучены технологические процессы обработки деталей из стальных материалов и установлен расход режущего инструмента, а соответственно этому периоды стойкости инструмента;

б) проанализированы технологические процессы и проведены исследования на предмет корректировки режимов и точности обработки рассматриваемых материалов;

в) найден сравнительный критерий для экономической оценки выбора инструмента. Таким критерием является примерная стоимость одного часа работы инструмента.

На предприятии проводились работы для практического определения периода стойкости инструментов. Так, в период с 2017 года по 2019 год было изготовлено 10103 деталей из них 2795 стальных деталей по 27 технологическим процессам. В таблице 1 показана статистика проведенных за этот период работ.

*Таблица 1.*

**Статистика проведенных за этот период работ**

№	Номер детали	Наименование	Материал	2017г.	2018г.	2019г.
...						
6	171М.0300.0201.001	Кронштейн	30ХГСА	16	2	21
...						

Проанализировано 27 технологических процессов, в которых используются цельные твердосплавные фрезы диаметров 8 мм, 12 мм, 16 мм различных производителей. В результате из техпроцессов взяты значения трудоемкостей фрезерования деталей и практический расход фрез. В таблице 2 представлены полученные значения затрат времени на фрезеровку деталей конкретным режущим инструментом (фрезой).

**Таблица 2.**

**Полученные значения затрат времени на фрезеровку деталей конкретным режущим инструментом (фрезой)**

№	номер детали	наименование инструмента	трудоем. мин.
...			
6	171M.0300.0201.001	EC160 A32-4C16	6
		MT190VB-012Z12R05-040-L090-r25	46
		MT190VB-012Z12R05-026-L083-r10	74
		MT190VB-016Z16R04-32-L092-r40	26
...			

Исходя из допускаемого износа режущей части инструмента, установлен период стойкости фрезы  $T$ , мин. т. е. длительность непрерывной работы ее от заточки до заточки при нормальном затуплении.

В нашем же случае переточка фрез учитываться не будет, связано это с тем, что практически все производители современного цельного инструмента наносят на режущую часть износостойкое покрытие, которое при переточке снимается. Как было выявлено на практике после износа поверхностного слоя инструмент приходит в негодность. Таким образом, найденный период стойкости цельных твердосплавных фрез представлен в таблице 3.

**Таблица 3.**

**Период стойкости цельных твердосплавных фрез**

№	наименование инструмента	трудоем. мин.	трудоем. Ч.	кол. инстр. шт.	кол. деталей шт.	период стойкости, Т, ч.
...						
2	EC160 A32-4C16	46	0,76	20	218	8,35
...						

Проведен для фрез анализ соответствия заявленных производителем режимов резания и применяемых на практике при изготовлении деталей. Результаты представлены в таблице 4.

*Таблица 4.*

**Результаты**

№	наименование инструмента	трудоем. мин.	трудоем. Ч.	кол. INSTR.	кол. деталей	период стойкости, Т, ч.	Цена, руб	примерная стоимость часа работы, руб.
...								
2	ЕС160 А32-4С16	46	0,7667	20	218	8,3567	3663	438,33
...								

Таким образом выявлен критерий для экономической оценки выбора инструмента. Таким критерием может быть примерная стоимость одного часа работы инструмента.

В результате проделанной работы была достигнута главная цель – установлены критерии для экономической оценки выбора инструментов. Результаты выполненной работы могут быть использованы в практической деятельности служб инструментального обеспечения машиностроительного предприятия.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОБТЯЖКИ ДЕТАЛЕЙ С ДВОЙНОЙ КРИВИЗНОЙ

***Гочиков Баясхалан Тумэн- Жаргалович***

*студент,*

*Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,  
РФ, г. Улан-Удэ*

***Мандаров Эрдэни Борисович***

*канд. техн. наук, доцент, доц. кафедры Технологии машиностроения,*

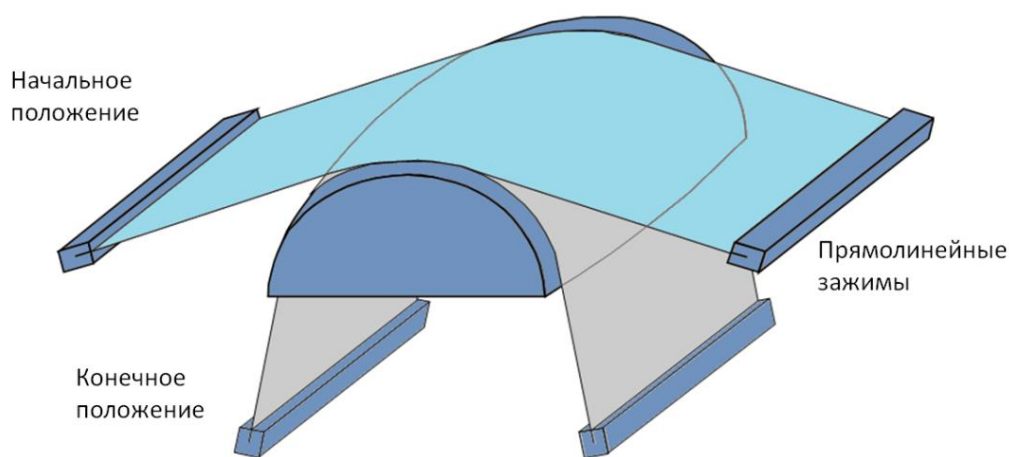
*металлообрабатывающие станки и комплексы,*

*Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,  
РФ, г. Улан-Удэ*

**Аннотация.** Большая часть современных летательных аппаратов состоит из обшивок двойной кривизны. В данной статье рассмотрим способы формообразования обшивок методом обтяжки, проанализируем их недостатки. Разболтан метод обтяжки контрформованием на примере готовой детали.

**Ключевые слова:** двойная кривизна, контрформование, процесс обтяжки.

Большое количество деталей летательного аппарата изготавливают из листового материала. К ним относят обшивки двойной кривизны, изготавливаемые методом обтяжки. Известен классический метод обтяжки на прессах типа ОП с прямой линейкой неподвижных зажимных губок по обеим сторонам стола пресса с обтяжным пуансоном. Он предусматривает оборачивание плоской листовой заготовки на максимальный угол охвата обтяжного пуансона  $\alpha = 90^\circ$ . Устанавливают заготовку в зажимы пресса с последующим движением стола вверх.



**Рисунок 1. Простая обтяжка**

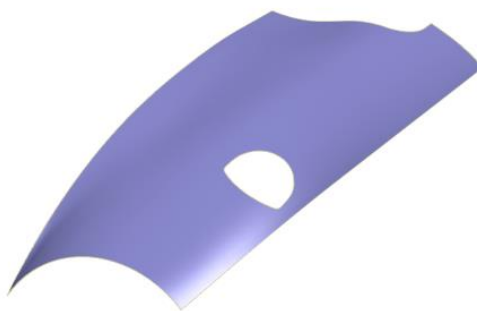
Это классический метод обтяжки деталей с двойной кривизной. Недостатками данного метода является неравномерность деформации растяжения заготовки при действии внешних сил трения в направлении обтяжки, ведущих к избыточной величине в области плоского участка обтяжного пуансона. Также при необходимости двойной кривизны в вершине пуансона и вывода ее за предел текучести краевых участков заготовки, которые уже обвернули пуансон по второй кривизне, в верхней части заготовки возникает разнотолщинностью до 30 %. Это приводит к многопереходному процессу обтяжки.

К решениям данных недостатков разрабатывались различные способы и методы обтяжки, разрабатывалось новое оборудование. Рассмотрим несколько способов формообразования, разработанных для решения данных проблем.

Известен способ обтяжки при формообразовании деталей оболочек двойной кривизны. Способ заключается в том, что обрачивание с натяжением и обтяжка плоской листовой заготовки выполняются ступенчато при определенных значениях угла охвата обтяжного пуансона например, угол охвата на первой ступени  $\alpha$  равен  $30^\circ$ , затем  $60^\circ$  и  $90^\circ$ . Следовательно, формируется сначала центральный участок, затем средние участки и, наконец, концевые участки листовой заготовки вблизи зажимов пресса. Это обеспечивает уменьшение влияния основного параметра, приводящего к неравномерности деформации, а именно продольного угла охвата листовой заготовкой обтяжного пуансона.

К основному недостатку данного способа относится то, что деформация центральной части листовой заготовки, необходимая для получения двояковыпуклой формы оболочки двойной кривизны, остается неравномерной. Краевые участки листовой заготовки в районе свободных кромок, которые уже охватили по второй кривизне обтяжной пуансон в его верхней части, практически остаются нерастянутыми.

Проанализировав способы, описанные выше, можно сделать вывод что в основном данные методы наточены на семеричные детали типа «бочка», для деталей с разной переменной кривизны данные способы не подойдут. Для деталей двойной закономерной кривизны необходим другой подход обтяжки детали.



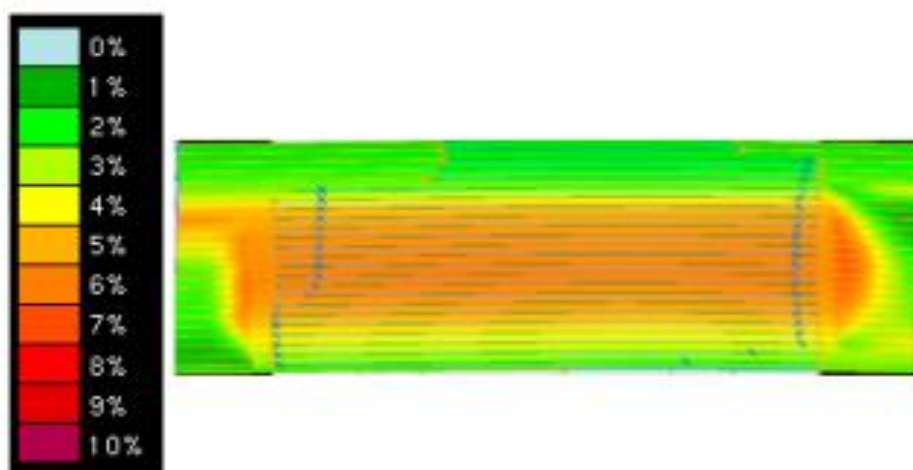
***Рисунок 2. Деталь Капот***

Поставлена задача повысить качество деталей оболочек двояковыпуклой формы за счет снижения неравномерности деформации растяжения по всей поверхности листовой заготовки и стабильность процесса формообразования обтяжкой за один переход при минимальной вероятности локализации деформации на сходе листовой заготовки с обтяжного пуансона.

Деталь Капот состоит из сетки двойной закономерной кривизны, изображенной на рисунке 2. Деталь имеет сквозное отверстие, один край детали имеет сложную волнообразную форму, плавно переходящую в закругленную форму противоположного конца детали. Данная особенность детали увеличивает припуск заготовки, важно отметить что деталь будет обтягивается в «Г» режиме, соответственно габариты пуансона увеличатся что бы достичь закругленной формы одной стороны.

Современное авиационное производство отличается более широким применением автоматизированного производства. Кроме того, для производства конкурентоспособных изделий необходимо обеспечить малые сроки проектирования и внедрения как новых изделий, так и модификаций уже выпускаемых, все это вынуждает инженеров применять современное программное обеспечение позволяющие решать данные задачи.

Данная задача будет решаться на обтяжном прессе VTL500. Способ включает в себя формообразование в 3 этапа. На первом этапе будет формироваться предварительная обтяжка вершина пуансона плоской листовой заготовки с максимальным углом охвата.

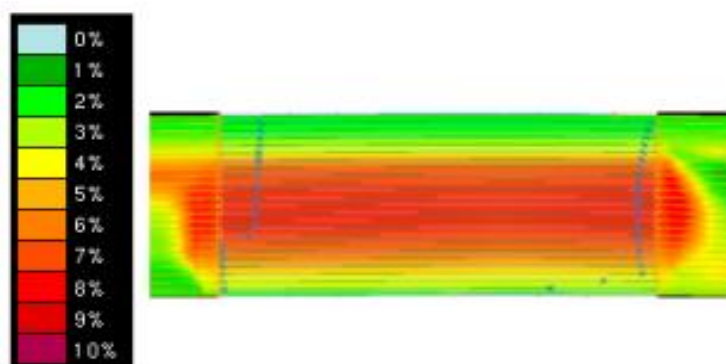


*Рисунок 3. Первый этап формирования вершины*

Проанализируем результат процесса обтяжки в программе Form-SAM мы видим, что на первом этапе (рис. 90) началось формирование вершины пуансона, деформация на вершине составляет от 4 до 5%, по краям от 1 до 2%.

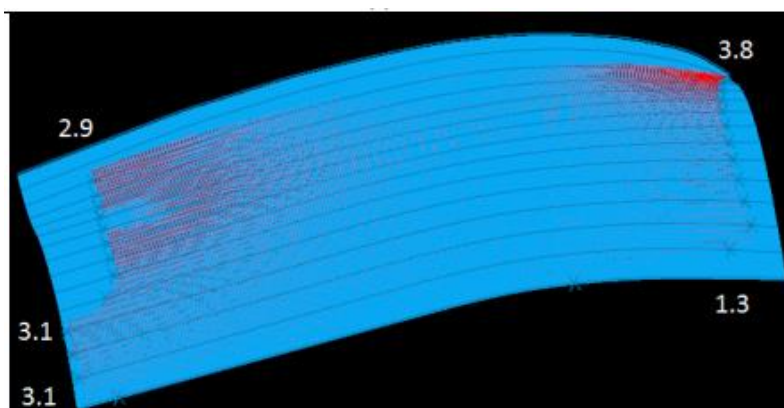
На втором этапе выполняется повторная обтяжка с растяжением в новом положении угла обтяжки относительно пуансона обеспечивающих растяжение боковых не деформированных участков заготовки, которые только касаются поверхности обтяжного пуансона. В результате растяжения боковые свободные от зажимов начинают прилегать к поверхности пуансона.





***Рисунок 4. Второй этап формирования полной геометрии детали***

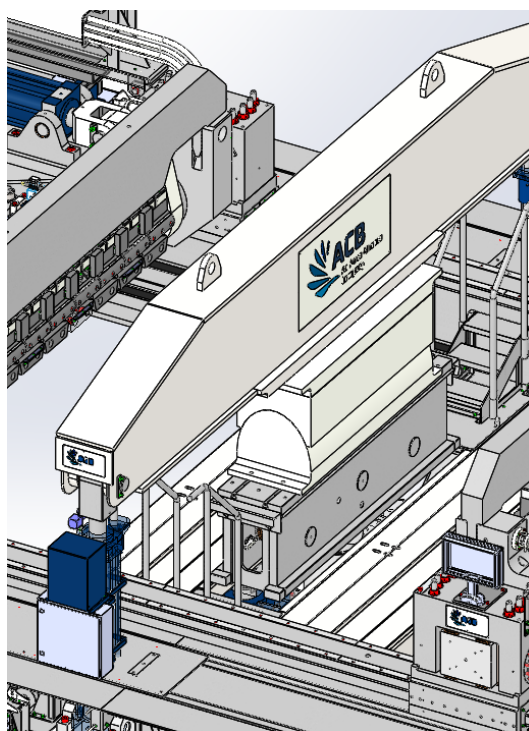
На втором этапе происходит уже непосредственное обрачивание листа на пуансон (рис. 91). Деформация на вершине увеличилась с 6 % увеличилась местами от 7 до 8%. Деформация по карая с нижней стороны с 2% увеличилась до 4% местами 5%.



***Рисунок 5. Пружинение после второго этапа обтяжки***

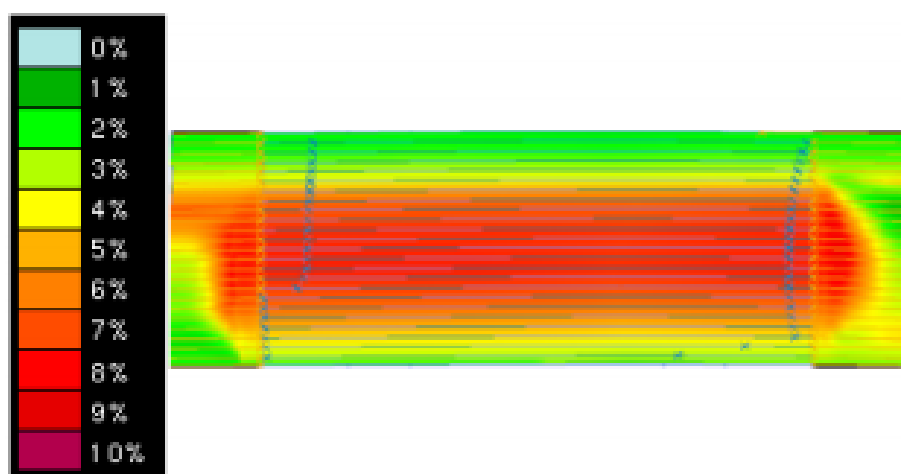
Как видно из рисунка 5 пружинение по краям детали составило от 1,3 до 3,8 мм. Для полного прилегания заготовки к обтяжному пуансону будет применяться контр формование, так как станок VTL500 обладает такой возможностью. Разработана ответная матрица верхней поверхности детали, что позволит набрать необходимую геометрии в отрицательных впадинах детали.

Третий этап контрформование детали будет происходить штамповка на том же пуансоне с применением бульдозера прессы VTL 500. Ответная матрица позволит дотечь металлу в те места, которые не удалось загнать обычной обтяжкой зажимными губками.



*Рисунок 6. Установка бульдозера в требуемую позицию для контрформовки*

Деформация в вершине пуансона остается неизменной, но по краям детали с нижней части парового угла увеличилась с 4 % до 5 %.



*Рисунок 7. Калибровка детали*

В конце контрформования нам удалось уменьшить пружинение детали, но полное прилегание достигается исключительно ручной доводкой, но в малых масштабах (см. рис 7).

Закключение. Для формообразования деталей с двойной кривизной, был разработан метод обтяжки с применением контрформовки. Под данный метод спроектирована оснастка, позволяющая получить необходимую геометрию детали с минимальной ручной доводкой. Геометрия детали с закономерной кривизной и не симметричным контуром, не позволит полностью исключить ручную доводку, но данный способ позволит минимизировать доводочные работы.

### **Список литературы:**

1. Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. М.: Мир, 1972.
2. Шпур Т., Ф.-Л. Краузе. Автоматизированное проектирование в машиностроении / Пер. с нем. Г.Д.Волковой и др. - М.: Машиностроение, 1988.
3. Комарова Л.Г. Интенсификация процесса обтяжки листовых обшивочных деталей летательных аппаратов дифференцированным нагружением. Дис. канд. техн. наук: 05.07.04. - Защищена 24.12.90. - Казань.
4. Щуровский Д.В. Способ получения оболочки двояковыпуклой формы с минимальной разнотолщиностью. VII Королевские чтения: Всероссийская молодежная научная конференция. Тезисы докладов. Том I. - Самара: Издательство Самарского научного центра Российской академии наук, 2003.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

**Лапина Людмила Евгеньевна**

*магистрант*

*института информационных технологий и систем связи,*

*ГБОУ ВО НГИЭУ,*

*РФ, г. Княгинино*

**Косолапова Елена Валентиновна**

*научный руководитель, канд. с-х. наук, доцент,*

*Институт информационных технологий и систем связи,*

*ГБОУ ВО НГИЭУ,*

*РФ, г. Княгинино*

**Аннотация.** В работе представлен сравнительный анализ популярных систем электронного документооборота, проводимый по ряду наиболее значимых критериев, относящихся к их функциональным возможностям – регистрация и ввод документов, удобство работы с ними, контроль над потоками задач, отбор, анализ и безопасность хранения данных.

Полученные результаты показали, что существующие решения не являются исчерпывающими, а в современных условиях, обусловленных стремительным развитием информационных технологий, руководители организаций стремятся внедрять системы учитывающие особенности всех протекающих в ней процессов.

**Ключевые слова:** документооборот, документы, информация, сравнительный анализ, функциональные возможности, программное обеспечение, электронные системы.

Развитие современного этапа цифровизации невозможно без активного перехода от традиционного документооборота на электронный, что позволяет оптимизировать деятельность практически любой компании. Электронный документооборот представляет собой логически построенную цепочку обработки входящих и исходящих документов, передачи их на исполнение, и иные действия с документами. В настоящее время данную область автоматизации

разрабатывает огромное количество компаний, занимающихся созданием программного обеспечения.

Цель данной работы подобрать программный продукт для электронного документа оборота наиболее полно удовлетворяющий нуждам организации.

Анализируя информационные ресурсы глобальной сети Интернет установили, что наибольшей популярностью пользуются такие системы как Directum, DocsVision, Globus Professional, PayDox, 1С:Документооборот и Дело. Все перечисленные решения являются платными, стоимость владения определяется набором их возможностей. Все представленные системы являются разработками российских программистов, что актуально на сегодняшний день при развитии условий импорта замещения. Каждая из перечисленных программ имеет свой набор функций, некоторые из которых являются конкурентным преимуществом в каждом конкретном случае [1].

Для достижения поставленной цели проведем сравнительный анализ выделенных систем по ряду наиболее значимых критериев, относящихся к их функциональным возможностям: регистрация и ввод документов, удобство работы с ними, контроль над потоками задач, отбор, анализ и безопасность хранения данных.

Для анализа возможностей систем электронного документооборота воспользуемся системой оценки: 1 – функция реализована, 0,5 – функция реализована частично, 0 – функция не реализована. Распределение баллов в зависимости от рассматриваемых критериев и их реализации в системах представлено в таблицах 1–5.

Таблица 1.

**Регистрация и ввод документов**

Регистрация и ввод документов	«Directum»	«DocsVision»	«Globus Professional»	«1С:Документооборот»	«ДЕЛО»
Присвоение документам регистрационного номера	1	1	1	1	1
Экспорт/импорт документов	1	1	1	1	1
Создание документа по шаблону	1	1	1	1	1
Интеграция документов из внешних систем (электронная почта, текстовые редакторы и т.д.)	1	1	0	1	1
Возможность одновременного ввода документов	0,5	0,5	0	0	0,5
Итого	4,5	4,5	3	4	4,5

Анализируя таблицу 1, можно сделать вывод что все из рассматриваемых систем обладают возможностями по присвоению документам регистрационного номера, экспорту/импорту документов и созданию их по шаблону. Интеграцией документов из внешних систем (электронная почта, текстовые редакторы и т.д.) обладают все системы кроме Globus Professional. При этом возможность одновременного ввода документов частично реализована в трех системах, Directum, DocsVision, Дело. В 1С:Документооборот и Globus Professional такая функция не реализована вовсе [2]. В качестве общего итога можно отметить, что системы документооборота «Directum», «DocsVision» и «ДЕЛО» получают по 4,5 балла из 5 возможных, так как из перечисленных функций по регистрации и вводу документов в них ограничена возможность единовременного ввода документов. Система «Globus Professional» получает 3 балла, так как в ней отсутствует возможность интеграции документов из внешних систем и возможность по единовременному вводу документов. Система «1С:Документооборот» 4 балла, так как в ней не реализована возможность по единовременному вводу нескольких документов. Таким образом можно сделать вывод что для регистрации и ввода документов предпочтительно использовать СЭД «Directum», «DocsVision», «Дело».

Удобство работы с документами связано с наличием ряда инструментов, позволяющих просматривать документы, формировать единый список рассылки, создавать пакеты проектных документов, работать пользователю с личными папками, кроме того, разграничивать версии документов и согласовать их. Распределение баллов среди анализируемых систем по совокупности данных критериев представлено в табл. 2.

**Таблица 2.**

**Работа с документами**

<b>Работа с документами</b>	<b>«Directum»</b>	<b>«DocsVision»</b>	<b>«Globus Professional»</b>	<b>«1С:Документооборот»</b>	<b>«ДЕЛО»</b>
Наличие встроенных средств просмотра документов	0	1	0	0	0
Подготовка единого списка рассылок	1	1	1	1	1
Создание проектов документов	1	1	0,5	0,5	1
Работа с личными папками пользователя	1	1	0,5	0,5	0,5
Разграничение версий документов	1	1	1	1	1
Согласование документов	1	1	0	0	1
<b>Итого</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4,5</b>

Анализируя таблицу 2, нужно отметить, что наличием встроенных средств просмотра документов обладает только СЭД DocsVision. Возможностью подготовки единого списка рассылок и разграничение версий документов обладают все рассматриваемые системы. Полноценно поддержка создания проектов документов реализована в системах Directum, DocsVision и Дело, ограниченные возможности по созданию проектов документов имеются в СЭД Globus Professional и 1С:Документооборот. Удобная работа с личными папками пользователей представлена в СЭД Directum, и DocsVision, системы Globus Professional, 1С:Документооборот, и ДЕЛО не обладают полноценными возможностями по размещению информации в личных папках пользователей. Согласование документов доступно в системах Directum, DocsVision и Дело.

Таким образом, можно отметить что максимальное количество баллов набрала система «DocsVision», так как в ней реализован полный комплекс функционала по работе с документами. Система «Directum» набрала 5 баллов, так как в ней отсутствуют встроенные средства просмотра документов. Из-за ограниченной возможности по созданию проектов документов и работе с личными папками пользователя, а также отсутствуют возможности по согласованию документов, по 3 балла получили системы «Globus Professional» и «1С:Документооборот». Так как в системе «Дело» нет встроенных средств просмотра документов и имеются ограниченные возможности по работе с личными папками пользователей данная система получает 4,5 балла. Таким образом можно сделать вывод что для работы с документами предпочтительнее использовать СЭД «DocsVision».

Удобство управления потоками задач связано с созданием типовых маршрутов, свободной маршрутизацией документов, переносом срока исполнения документов, контролем за рассмотрением и исполнением, а также с рассылкой уведомлений и возможностью ознакомительной рассылкой документов пользователям. Распределение баллов среди анализируемых систем по совокупности данных критериев представлено в табл. 3.

**Таблица 3.**

**Контроль над потоками задач**

<b>Управление потоками работ и контроль</b>	<b>«Directum»</b>	<b>«DocsVision»</b>	<b>«Globus Professional»</b>	<b>«1С: Документооборот»</b>	<b>«ДЕЛО»</b>
Создание типовых маршрутов движения	1	1	1	0,5	1
Свободная маршрутизация документа	1	1	0,5	0	0
Перенос сроков исполнения документов	0,5	1	0	0	1
Контроль за рассмотрением и исполнением	1	1	1	1	1
Рассылка уведомлений	1	1	1	1	1
Ознакомительная рассылка документов	1	1	1	1	1
<b>Итого</b>	<b>5,5</b>	<b>6</b>	<b>4,5</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>



Проводя анализ таблицы 3, необходимо отметить, что полноценным созданием типовых маршрутов движения обладают все рассматриваемые системы, кроме 1С: Документооборот, в данной системе типовые маршруты создаются посредством аналитического движения документов. Свободной маршрутизацией документов обладают СЭД Directum и DocsVision, в системе Globus Professional можно частично назначить маршрут документа, в системах 1С: Документооборот и Дело, свободная маршрутизация не предусмотрена. Перенос сроков работ имеется в системах DocsVision и Дело, частичный перенос сроков возможен в системе Directum, в системах Globus Professional и 1С:Документооборот перенос срок невозможен вовсе [3]. Контроль за рассмотрением и исполнением, рассылка уведомлений и ознакомительная рассылка документов реализована во всех рассматриваемых системах.

В итоге система документооборота «DocsVision» набирает максимальное количество баллов, так как в ней присутствует полный набор функционала по управлению потоками работ и контролю над исполнением. СЭД «Directum» получает 5,5 балла, так как в ней ограничена возможность по свободной маршрутизации документов. СЭД «ДЕЛО» набирает 5 баллов, так как в ней отсутствует свободная маршрутизация документов. «Globus Professional» получает 4,5 балла, так как в СЭД не реализована возможность по переносу сроков исполнения документов, а также ограничена свободная маршрутизация документов. Для контроля над потоками задач предпочтительнее применять СЭД «DocsVision», так как она предоставляет наиболее расширенный функционал.

Поиск и анализ информации также является немаловажным критерием при выборе системы электронного документооборота. При отборе и анализе данных предоставляется удобный поиск по реквизитам, полнотекстовый поиск, поиск различной информации в одном запросе, а также шаблонизированный поиск. Распределение баллов по указанным критериям показаны в табл. 4.

Таблица 4.

## Отбор и анализ данных

Поиск и анализ информации	«Directum»	«DocsVision»	«Globus Professional»	«1С: Документооборот»	«ДЕЛО»
Поиск по реквизитам документа	1	1	1	1	1
Полнотекстовый поиск	0,5	0,5	0,5	1	0,5
Различные виды поиска в одном запросе	1	1	0,5	1	1
Наличие шаблонов поиска	0,5	1	1	0	1
Итого	3	3,5	3	3	3

Проводя анализ возможностей системы по отбору и анализу данных, необходимо отметить, что поиск по реквизитам документа доступен во всех анализируемых СЭД. Полноценный полнотекстовый поиск доступен только в системе 1С: Документооборот, остальные же системы обладают полнотекстовым поиском не по всем объектам системы. Различные виды поиска в одном запросе можно выполнять во всех рассматриваемых системах. Аналитические шаблоны поиска информации предоставляют СЭД DocsVision, Globus Professional и Дело, пользовательские шаблоны предлагает система Directum. 1С: Документооборот не обладает шаблонами для поиска информации.

Подводя итог необходимо сказать, что наибольшее количество баллов –3,5 набирает СЭД «DocsVision», так как она обладает наиболее полным функционалом по поиску и анализу информации. СЭД «Directum», «Globus Professional», «1С:Документооборот», «Дело» получили 3 балла, так как в них ограничен полнотекстовый поиск, и нет возможности по созданию шаблонов для поиска информации [4]. Таким образом что для поиска и анализа информации предпочтительно использовать СЭД «DocsVision».

Немаловажным фактором является также и защита данных, обрабатываемых системой документооборота. К защите данных относится идентификация пользователя, ограничение возможности изменения объектов системы,

разграничение прав доступа, а также использование цифровых сертификатов. Распределение баллов по критерию безопасность хранения данных приведено в таблице 5.

**Таблица 5.**

**Безопасность хранения данных**

<b>Информационная безопасность</b>	<b>«Directum»</b>	<b>«DocsVision»</b>	<b>«Globus Professional»</b>	<b>«1С: Документооборот»</b>	<b>«ДЕЛО»</b>
Идентификация пользователя	1	1	1	1	1
Ограничение возможности изменения объектов системы	1	1	1	1	1
Разграничение прав доступа пользователей	1	0,5	1	0,5	0,5
Применение цифровых сертификатов	1	1	1	1	1
<b>Итого</b>	<b>4</b>	<b>3,5</b>	<b>4</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>

Анализируя информационную безопасность рассматриваемых систем документооборота, необходимо отметить, что идентификацию пользователя, применение электронных сертификатов и цифровых ключей, а также ограничение возможности изменения объектов системы поддерживают все системы рассматриваемые системы. Полноценным разграничением прав доступа пользователей обладают Directum и Globus Professional, в остальных рассматриваемых системах права доступа реализованы не полноценно. Подводя итог можно сделать вывод что системы документооборота «Directum» и «Globus Professional» набрали по 4 балла, так как они в соответствии с представленными критериями являются наиболее защищенными. СЭД «DocsVision», «1С: Документооборот», «Дело» получили по 3,5 балла, так как они имеют ограниченные возможности по разграничению прав доступа пользователей.

Для построения результирующей таблицы систем электронного документооборота, подсчитаем общее количество полученных положительных оценок. При неполноценно реализованной возможности критерий будет получать 0,5 балла. Результаты сравнения выбранных СЭД приведены в таблице 6.

Таблица 6.

## Результирующая оценка функциональных возможностей СЭД

Итоговая оценка	«Directum»	«DocsVision»	«Globus Professional»	«1С: Документооборот»	«ДЕЛО»
Регистрация и ввод документов	5	5	3	4	5
Работа с документами	5	6	3	3	4,5
Управление потоками работ и контроль	5,5	6	4,5	3,5	5
Поиск и анализ информации	3	3,5	3	3	3,5
Информационная безопасность	3,5	3,5	3,5	3	3
Итого	22	24	17	16,5	21

Из табл. 6 видно, что в целом, функциональные возможности рассмотренных систем по обработке и сопровождению документов совпадают. Это и неудивительно, ведь задачи документооборота в любой организации примерно одинаковые, а производители развивают свои системы давно и уже реализовали в них все основные функции. Разница состоит лишь в подробной детализации отдельных принципиальных задач документооборота и особенности их реализации тем или иным разработчиком. Все приведенные системы могут похвастаться достаточно большой практикой внедрения в компаниях самого разного масштаба. Эти системы сегодня используются сотнями организаций для автоматизации своего документооборота.

При этом следует отметить, что система «DocsVision» набрала наибольшее количество баллов – 24, данная система с точки зрения функционала обладает расширенным функционалом по регистрации и вводу документов, работе с документами, управлению потоками работ и контролем передачи документации, поиском и анализом информации и имеет высокий уровень защиты данных. На следующем месте находится система «Directum» так как у нее ограниченные возможности по управлению потоками работ и контроль над передвижением документов. СЭД «Дело» набрала 21 балл, так как в ней ограничена работа

с документами и имеются недостатки в области защиты документов. Система документооборота «Globus Professional» получила 17 баллов, так как в ней неполноценно реализован функционал по регистрации и вводу документов, поиску и анализу информации и работе с документами. Система «1С: Документооборот» набрала 16,5 баллов, так как в ней неполноценно реализован функционал по регистрации и вводу документов, работе с документами, управлению потоками работ и контроль исполнения документов, поиску и анализу информации. Также «1С: Документооборот» имеет низкий уровень защиты данных.

Таким образом можно сказать, что в выше рассмотренные решения для электронного документооборота не являются исчерпывающими. Учитывая, что в современных условиях, обусловленных стремительным развитием информационных технологий, руководители организаций стремятся внедрять системы учитывающие особенности всех протекающих в ней процессов, есть ряд функций, которыми можно дополнить имеющиеся программные продукты, например, отслеживание статусов исполнения документов, импорт и экспорт данных, формирование более широкого перечня отчетности, аналитические функции и другое.

### **Список литературы:**

1. Ефремова Л.И., Колекина А.О. Выбор системы электронного документооборота для предприятия // Вестник ВУиТ. 2019. С. 23-31.
2. Красносельцева И.Е. Сравнительный анализ систем электронного документооборота с помощью методов кластеризации // Скиф. 2020. № 3 (43). С. 221-226.
3. Парамонова М.Г. Системы электронного документооборота // Ученые записки Тамбовского отделения РoCМУ. 2018. № 12. С. 194-197.
4. Кайралапова Баян Сабитовна Особенности внедрения электронного документооборота // Достижения науки и образования. 2020. № 9 (63). С. 8-9.

## **МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ВНУТРИТРУБНОЙ УГЛЕКИСЛОТНОЙ КОРРОЗИЕЙ ВОЗНИКШЕЙ НА ЭТАПЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

*Маухетдинов Евгений Фанисович*

*магистрант,*

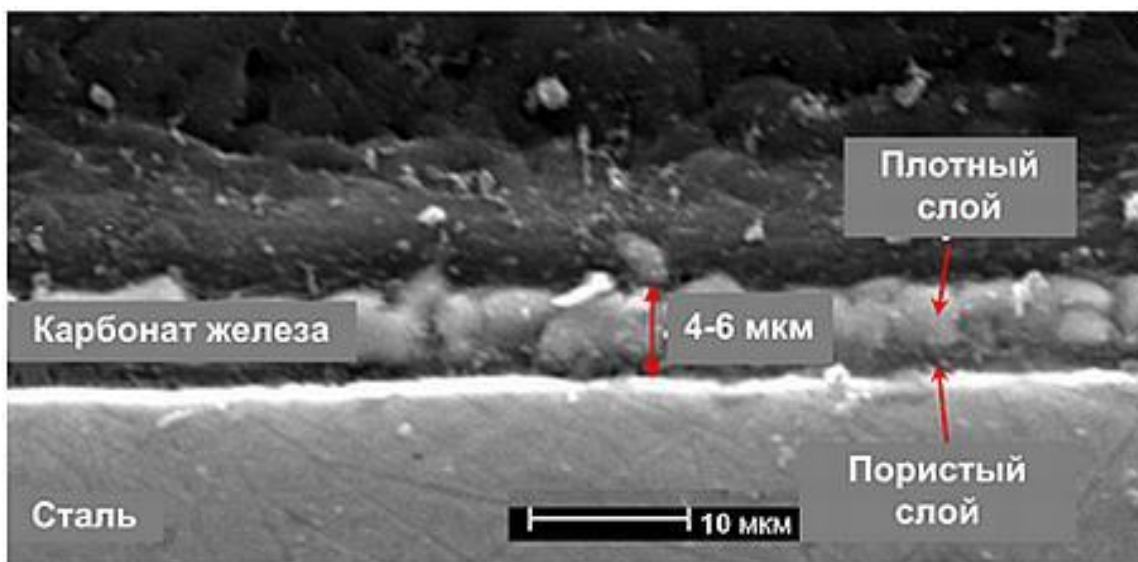
*Тюменский индустриальный университет,*

*РФ, г. Тюмень*

С развитием газодобывающей отрасли, предприятия стали сталкиваться с новыми проблемами. Одной из них стала внутритрубная коррозия. Сами углеводороды не являются коррозионно-агрессивной средой, но в их составе присутствуют активные компоненты такие как сероводород ( $H_2S$ ), углекислый газ ( $CO_2$ ) и др. способные при определенных условиях активизировать коррозионные процессы. С освоением все более глубоких месторождений влияние активных компонентов лишь увеличивается.

В настоящий момент влиять на концентрацию коррозионно-активных компонентов повлиять невозможно. Также как и обезопасить производство от непредсказуемого повышения ее агрессивности во время начала промышленной добычи, вследствие ошибок проектирования или неравномерности физико-химических факторов, влияющих на скорость коррозии, таких как, парциальное давление, степень минерализации, температура, скорость и тип потока жидкости, структура и химический состав стали.

По мере развития коррозии на поверхности стали формируется пленка карбоната железа [8], строение которой представлено на рисунке 1.



*Рисунок 1. Образец с пленкой  $FeCO_3$ ; Выдержка в среде в 10 ч. температура  $80\text{ }^{\circ}C$ ,  $pH=6,6$ ; парциальное давление  $CO_2=0,54\text{ атм}$   
Сканирующим электронным микроскопом*

На рисунке видно сложное строение образующейся двухслойной пленки карбоната железа: пористой и плотной защитной. Процесс их формирования зависит от pH среды и наличия других солей, температуры, шероховатости поверхности и ее обработки и др. Свойства пленки могут быть ослаблены наличием органических кислот или высокой скорости потока. При температурах свыше  $80\text{ }^{\circ}C$  происходит падение растворимости карбоната железа до такой степени, что образующая плотная пленка практически нейтрализует коррозионный процесс.

Рассмотрим наименее затратный метод борьбы, с возникшей на этапе разработки месторождения углекислотной коррозией — использование ингибиторов коррозии.

Эффективность применения ингибиторов коррозии подтверждено многолетним зарубежным и отечественным опытом. Уже в 60х годах 20 века ингибитирование начали применять на месторождениях Краснодарского края. К достоинствам ингибиторов следует отнести простоты применения и высокую экономическую эффективность. Применение ингибитора не требует кардинальных изменений технологии добычи и может быть применен на уже

эксплуатируемых объектах. К основным местам подачи ингибитора относится скважинное оборудование и начальные участки промысловых трубопроводов.

Не смотря на огромный опыт применения ингибиторов, эффективных универсальных ингибиторов не существует. Поэтому необходимо подбирать ингибитор для каждого месторождения индивидуально. Подбор осуществляется в несколько этапов: в лаборатории, в условиях опытного стенда и последующие испытания на объекте.

В рамках лабораторных исследований проводят:

- оценку возможности применения ингибитора в условиях конкретного месторождения;
- подбор наиболее эффективных ингибиторов, путем сравнительного тестирования;
- подбор необходимой концентрации для эффективной защиты.

Лабораторные испытания помогают определять не только эффективность борьбы ингибитора с коррозией, но и проверяют соответствие ингибитора другим требованиям. Проверяется способность растворяться (рис.2) или хорошо диспергироваться не только в добываемой среде, но и различных растворителях, облегчающих ввод ингибитора в систему. Чаще всего в качестве такого растворителя выступает метанол, ввиду его большой распространенности в качестве ингибитора гидратообразования. Определяется влияние различных концентраций ингибитора не только на время разделения эмульсии «углеводород-пластовая вода», которое не должно превышать 600 с, согласно СТО Газпром 9.3-028-2014, но и на способность полного расслоения эмульсии. Ведь при не полном разделении возможно появление промежуточных слоев или пленок, приводящих к нарушению правильного технологического режима подготовки газа.





***Рисунок 2. Примеры полной растворимости и выпадения осадка ингибитора коррозии***

При расчетах также необходимо учитывать температуру застывания ингибитора, особенно если применение планируется в районах с низкой температурой окружающего воздуха.

Благодаря лабораторным исследованиям возможно проработать наиболее сложные коррозионные условия, возможные на данном месторождении. Выяснить зависимость скорости коррозии от температуры и кислотности среды. Разработать рекомендации по технологическому режиму: скорость потока, допустимые температуры добываемой среды.

Помимо метода борьбы с возникшей коррозией, необходимо прорабатывать возможности постоянного мониторинга коррозионной активности и эффективности применения ингибитора.

Одними из самых действенных способов мониторинга являются гравиметрический метод, метод ER датчиков и постоянный контроль толщины трубопроводов дефектоскопическими методами.

## Список литературы:

1. Хазанджиев С.М. Теоретические исследования коррозии газопроводных сталей в условиях влажного природного газа, содержащего сероводород и углекислоту / Хазанджиев С.М. – Москва: ОАО «Газпром ВНИИГАЗ», 2000. – 28 с.
2. Маркин А.Н. CO<sub>2</sub> – коррозия нефтепромыслового оборудования / А.Н. Маркин, Р.Э. Низамов – Москва: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2003. – 126 с.
3. Основы коррозионного разрушения трубопроводов: учебное пособие / В.Д. Макаренко, С.П. Шатило, Ю.Д. Земенков [и др.]; ред. В.Д. Макаренко; ТюмГНГУ. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 404 с.
4. Ивановский В.Н. Коррозия скважинного оборудования и способы защиты от нее. / В.Н. Ивановский // Коррозия. Территории нефтегаз. - 2011. - № 1 (18). - С. 18-25.
5. Исследование ингибиторов углекислотной коррозии. / К.О. Стрельникова, Р.К. Вагапов, Д.Н. Запечало, А.И. Федотова // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2018. - №2. – С. 16-22.
6. Защита от коррозии. Основные положения: СТО Газпром 9.0-001-2009: утв. и введ. в действие распоряжением ОАО «Газпром» от 11 июня 2009 г. № 158 – Москва: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2009. – 14 с.
7. Защита от коррозии. Правила допуска ингибиторов коррозии для применения в ОАО «Газпром»: СТО Газпром 9.3-028-2014: утв. и введ. в действие распоряжением ОАО «Газпром» от 27.02.2014г. № 32 – Москва: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2014. - 37 с.
8. Nestic S. Key Issues Related to Modeling of Internal Corrosion of Oil and Gas Pipelines - A Review / S. Nestic // Corrosion Science. – 2007. - № 49. - P. 4308-4338.

# МЕТОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ

**Немеш Константин Владимирович**

*магистрант,*

*Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики,  
РФ, г. Новосибирск*

**Новиков Сергей Николаевич**

*научный руководитель,*

*Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики,  
РФ, г. Новосибирск*

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы совершенствования подхода к анализу информационной безопасности для оценки защищенности. Предложены новые подходы к оценке защищенности и выбору защитных мер, основанные на комплексной системе показателей и алгоритмов их вычисления, которые позволят учитывать различные характеристики компьютерных атак и выбирать наиболее эффективные защитные меры.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, защитные меры, оценка защищенности, анализ.

Информационная безопасность задача комплексная и реализуется проектированием и внедрением системы безопасности с использованием современных средств защиты информации. Проблема защиты информации обусловлена возрастающей ролью информации в общественной жизни и является многоплановой которая охватывает ряд важных задач.

Действующие нормативные правовые акты не предусматривают эффективную защиту информации и только комплекс мер способен обеспечить полную защиту информации и снизить риски.

Сегодня в большинстве коммерческих и государственных организаций от которых может зависеть в том числе безопасность граждан, используются компьютерные сети (КС), что создает возможность для осуществления угроз

в отношении информационных систем, с целью получения коммерческой выгоды или другими целями. Этот факт подтверждается высоким уровнем киберпреступности в мире. В настоящее время в области информационной безопасности (ИБ) предпринимаются серьезные мероприятия, раскрываемость киберпреступлений остается достаточно низкой.

Серьезную проблему в обеспечении ИБ представляют открытые распределенные сети с большим количеством узлов, доступ к информационным системам большого количества разного характера устройств, а также уязвимости программного обеспечения (ПО), что обеспечивает благоприятную среду для реализации атак. Причина роста числа реализованных атак чаще всего является рост количества уязвимостей в ПО.

В стандарте ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 13335-3-2007 сказано «если организация не уверена в том, что функционирование ее систем информационных технологий абсолютно не критично к внешним угрозам, она может впоследствии встретиться с серьезными проблемами.» Примером этого может служить атака *Massive Data Exfiltration via SQL Injection* на XYZ National Bank, когда одно незащищенное поле стоило компании примерно 200000 \$. Причем базовое сканирование логов и предупреждений помогло бы обнаружить SQL-инъекцию и инцидент обошелся бы в 24980 \$. А если бы уязвимость к SQL-инъекции была устранена в процессе разработки, то компания бы не понесла убытков. Поэтому очень важной задачей для обеспечения ИБ в организации является выявление уязвимостей ПО для исключения возможности их использования в компьютерных атаках. В наше время для исключения возможности реализации компьютерных атак успешно применяются графы атакующих действий, но приведенный выше пример показывает, что важно не только уметь выявить уязвимости, которые могут использоваться для атаки на КС, но и осуществить оценку их возможного влияния на бизнес-процессы организации.

В связи с увеличением различных приложений для компьютеров, необходимых для осуществления бизнес-процессов в организации, и развитием

концепции сервис-ориентированных архитектур, не просто определить как именно уязвимость может повлиять на бизнес-процесс в деятельности организации.

Дополнительно еще одной проблемой в современных ИС является большое количество информации в разных форматах и событий информационной безопасности. Среднее количество сообщений, генерируемых различными устройствами за один день может быть от нескольких десятков (приложения, прокси серверы, системы контроля доступа, системы обнаружения вторжений и реагирования на вторжения) и сотен тысяч (межсетевые экраны, маршрутизаторы, центральные процессоры) до нескольких миллионов (базы данных). Осуществить обработку такого количества информации ручным способом практически невозможно. Надо понимать, что в случае, если система подвергается атаке, важным становится временной аспект. Следовательно возникает проблема автоматизации обработки этой информации, ее представления в удобном виде для администратора (оператора) и автоматизация выбора защитных мер в короткие сроки. Для решения этой проблемы в настоящее время активно развиваются системы мониторинга безопасности и управления инцидентами (Security Information and Events Management, SIEM). SIEM-системы обычно включают базовые показатели, оценивающие количество уязвимостей, инцидентов. Такие показатели не дают полной картины информационных и бизнес-рисков, порождаемых потенциальными угрозами, и не позволяют принять обоснованное решение по выбору и внедрению защитных мер (контрмер).

Подход к оценке защищенности КС и выбору защитных мер, основанный на комплексной системе показателей и алгоритмов их вычисления с применением графов атак, зависимостей сервисов, которые позволят учитывать различные характеристики компьютерных атак и различные аспекты функционирования защищаемой системы, приведет к существенному повышению эффективности реагирования на инциденты ИБ и выбору эффективных защитных мер и поможет повысить защищенность программных продуктов и бизнес-процессов.

Для оценки защищенности КС, анализа рисков и выбора защитных мер посвящено большое количество государственных стандартов, документов, коммерческих стандартов, и работ. Анализ этих работ показал, что текущие исследования предлагают для оценки защищенности и выбора контрмер большое количество различных показателей и методик их вычисления, в том числе на основе графов атак и зависимостей сервисов, но не существует единого подхода к выбору, определению и вычислению показателей защищенности, позволяющего учитывать различные данные при формировании показателей, и осуществлять оценку защищенности на различных этапах функционирования системы. Из этого можно выявить первое противоречие - необходимость количественного обоснования затрат на управление безопасностью на основе измерения текущего уровня защищенности системы с целью выбора эффективных защитных мер, и отсутствие четкого подхода к определению и вычислению показателей защищенности.

На данный момент существует большое количество исследований в области выбора защитных мер для реагирования на компьютерные атаки, но не существует коммерческого решения в рамках SIEM-систем, использующего все их возможности. Предлагаемые методики ограничиваются детальным исследованием только одного из наборов характеристик атак и принимаемых защитных мер, например, уровнем навыков атакующего, потенциалом атаки, возможным ущербом. По этому, второе противоречие состоит в необходимости измерения и оценки защищенности на основе адекватных количественных показателей с учетом множества данных, предоставляемых SIEM системами, и автоматизированного выбора защитных мер на основе комплекса данных показателей, и отсутствии таких показателей и методик в современных SIEM-системах.

Разрешение двух описанных противоречий поможет повысить защищенность программных продуктов и бизнес-процессов. Предлагаемый подход предполагает разработку комплексной системы показателей и алгоритмов их вычисления на основе графов атак и зависимостей сервисов. Он подразумевает

использование более сложных алгоритмов вычисления показателей при статическом режиме работы, учет информации о событиях безопасности в режиме, близкому к реальному времени, а также быстрый перерасчет показателей на основе новой поступающей информации, что позволит отслеживать направление и уровень сложности атаки, ее цели и характеристики атакующего и выбирать наиболее эффективные защитные меры. Этот подход в целом приведет к существенному повышению эффективности реагирования на инциденты ИБ и выбора защитных мер.

### **Список литературы:**

1. Агеев А. Positive SIEM [Электронный ресурс] / А. Агеев – Электрон. Текстовые дан. – [Б. м. : б. и.]. – Режим доступа: <http://www.securitylab.ru/blog/personal/itsec/139261.php>.
2. Алгоритмы: построение и анализ [Текст] / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. – М.: МЦНМО, 1999. – 960 с.
3. Астахов А. Искусство управления информационными рисками [Текст] / А.М. Астахов. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 312 с.
4. Безопасность информационных технологий. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Гостехкомиссия России. [Электронный документ]. – Введ. 2002–06–19. – 56 с. – Режим доступа: <http://fstec.ru/component/attachments/download/293>.
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335–1–2006. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Часть 1. Концепция и модели менеджмента безопасности информационных и телекоммуникационных технологий [Текст]. — Введ. 2006–12–19. — М.: Стандартинформ, 2007. — 19 с.
6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335-5-2006. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Часть 5. Руководство по менеджменту безопасности сети [Текст]. — Введ. 2007–06–01. — М.: Стандартинформ, 2007. — 22 с.
7. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2006. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования [Текст]. — Введ. 2006–12–27. — М.: Стандартинформ, 2008. — 26 с.
8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27004-2011. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент информационной безопасности. Измерения [Текст]. — Введ. 2011–12–01. — М.: Стандартинформ, 2012. — 56 с.

9. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности [Текст]. — Введ. 2010–11–30. — М.: Стандартинформ, 2011. — 47 с.
10. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска [Текст]. — Введ. 2011–12–01. — М.: Стандартинформ, 2012. — 74 с.
11. Дойникова Е.В. Динамическое оценивание защищенности компьютерных сетей в SIEM-системах [Текст] / Е.В. Дойникова, И.В. Котенко, А.А. Чечулин // Безопасность информационных технологий. — М.: ВНИИПВТИ, 2015. — № 3. — С. 33–42.
12. Дойникова Е.В. Методики и программный компонент оценки рисков на основе графов атак для систем управления информацией и событиями безопасности [Текст] / Е.В. Дойникова, И.В. Котенко // Информационно-управляющие системы. — СПб.: Политехника, 2016. — № 5. — С. 54–65. — doi: 10.15217/issn1684- 8853.2016.5.54.



## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

***Пьянина Дарья Юрьевна***

*магистрант,*

*Московский автомобильно-дорожный государственный  
технический университет (МАДИ),*

*РФ, г. Москва*

***Тагиева Наталья Константиновна***

*научный руководитель,*

*канд. тех. наук, доцент,*

*Московский автомобильно-дорожный государственный  
технический университет (МАДИ),*

*РФ, г. Москва*

В данной статье проанализированы технологии строительства автомобильных дорог с применением в качестве покрытий различных полимерных материалов, позволяющих повысить прочностные характеристики дорожного полотна и уменьшить затраты на них.

В условиях недофинансирования денежных средств из государственного бюджета на строительство и реконструкцию автомобильных дорог все чаще встает вопрос о создании дорожных покрытий, обладающих более высокими эксплуатационными показателями и повышенным качеством материала.

В данной статье сравним два метода строительства дорог из переработанного вторсырья и отходов. Частичная замена битума переработанным пластиком или резиновыми отходами позволяет решить проблему загрязнения окружающей среды и улучшить эксплуатационные характеристики дорожного покрытия.

Задачей данного исследования является определение полимерного дорожного покрытия, обладающего лучшими показателями.

В дорожных покрытиях все чаще применяются добавки из вторично переработанных материалов и отходов производства, что существенно увеличивает их прочностные и износостойкие характеристики. Переработанные отходы в виде пластика и резины имеют множество сфер применения, и одна из них – строительство автомобильных дорог.

В данной статье автором анализируются следующие технологии строительства дорог:

1. Асфальтовое покрытие с резиновой крошкой;
2. Дороги с добавлением полимера из переработанного пластика в асфальтовую смесь.

В отдельных штатах Соединенных Штатов Америки, в частности в штате Аризона, при строительстве дорог применяют асфальтовое покрытие с добавлением в него резиновой крошки, изготовленной из переработанных автомобильных покрышек.



***Рисунок 1. Асфальтовое покрытие с добавлением резиновой крошки***

Основным отличием данной технологии от стандартного приготовления асфальтобетонной смеси является то, что в качестве битума используют переработанные автомобильные шины. Другими словами, технология дополнения частиц измельченной резины различной дисперсности и разнообразной формы в асфальтобетонную смесь позволяет решить задачу использования вторичного сырья – как продукта переработки различных резиновых изделий.

Исследования, проводимые различными авторами, выявили зависимости свойств асфальтобетона от объема и фракций, добавляемых в него частиц резины. При добавлении 65 тонн резиновой крошки из расчета на 1 км дорожного полотна увеличивается срок эксплуатации дороги в полтора-два раза. Этим подтверждает рациональность ее использования в дорожном строительстве [5].

Асфальтобетонные покрытия с содержанием резиновой крошки имеют ряд преимуществ [1,4]:

- увеличенный срок эксплуатации, а следовательно, и период между ремонтами возрастает в несколько раз;
- минимизация финансовых затрат на ремонт и обслуживания в связи с использованием вторичного материала;
- уменьшенное скольжение колес;
- покрытие становится пластичнее, в меньшей степени появляются трещины и колеобразование;
- снижение уровня издаваемого звука при движении транспортных средств;
- существенная экономия денежных средств благодаря замене дорогих материалов.

Однако, несмотря на многочисленные преимущества применения данной технологии, существует один немаловажный недостаток. Недостатком является большая трудоемкость процесса создания полотна и отсутствие соответствующих существующих стандартов.

Дороги с добавлением полимера из переработанного пластика в асфальтовую смесь внешне ничем не отличаются от обычных дорог с асфальтобетонным покрытием.



***Рисунок 2. Асфальтовое покрытие с добавлением полимера из переработанного пластика в асфальтовой смеси***

К основным преимуществам дорожного полотна с добавлением пластика можно отнести увеличенную прочность и как следствие увеличенный период между проведением ремонтных работ, высокую водостойкость, снижение эксплуатационных затрат, большой температурный диапазон эксплуатации (-40°C до +80°C) и снижение затрат на утилизацию мусора на полигонах. Стоимость асфальта при использовании такой технологии существенно ниже, чем при использовании покрытий с модифицированным битумом [2, 3].

В связи с вышеизложенным можно сделать вывод, что рассмотренные в данной статье технологии строительства имеют схожие показатели как приготовления и использования в строительстве, так и качества при эксплуатации дорожного полотна. При строительстве дорог в пределах города и населенных пунктов рациональнее использовать технологию добавления резиновой крошки, так как резина, являющаяся неотъемлемым компонентом асфальтовой смеси, является более звукопоглощающей, чем добавки из пластика. Однако, технология приготовления асфальтового покрытия с добавлением в него резиновой крошки является более трудозатратным и трудоемким процессом. При сравнении температурных воздействий на рассматриваемые модифицированные дорожные покрытия, можно прийти к выводу, что применение и эксплуатация дорожного полотна с добавлением резиновой крошки более термоустойчива к повышенным температурам. Таким образом рассматривая данные технологии как перспективные инновационные направления, оба метода имеют право на существование и применение в дорожном строительстве.

### **Список литературы:**

1. Волынцев П.А. Преимущества асфальтобетонных покрытий с резиновой крошкой // Молодой ученый. – 2016. – № 17 (121). – С. 38-40. – URL: <https://moluch.ru/archive/121/33534/> (дата обращения: 14.10.2020).
2. Еговцев К.Ю., Бартоломей И.Л. Строительство автомобильных дорог с применением переработанного пластика // Химия. Экология. Урбанистика. – Пермь: Изд-во Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2019. – С. 69-73.

3. Дорожное покрытие из пластика – качественные дороги и забота о природе, [Электронный ресурс]. – URL: <https://rcycle.net/plastmassy/dorozhnoe-pokrytie-iz-plastika-kachestvennye-dorogi-i-zabota-o-prirode> (дата обращения: 28.09.2020).
4. Лысянников А.В., Третьякова Е.А., Лысянникова Н.Н. // Переработанный пластик в дорожном строительстве. – Тула: Изд-во: Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Выпуск 7, 2017. – С. 105-115.
5. Селицкая Н.В., Лашин М.В., Красников И.А. Применение битумно-резиновых вяжущих материалов при строительстве автомобильных и железных дорог // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, 2018. Выпуск 8. – С. 13-18.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СИЛ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ НА ФУНДАМЕНТЫ

**Фатхлисламов Артур Равильевич**

*магистрант,  
Тюменский индустриальный университет,  
РФ, г. Тюмень*

**Краев Андрей Николаевич**

*научный руководитель, канд. техн. наук,  
Тюменский индустриальный университет,  
РФ, г. Тюмень*

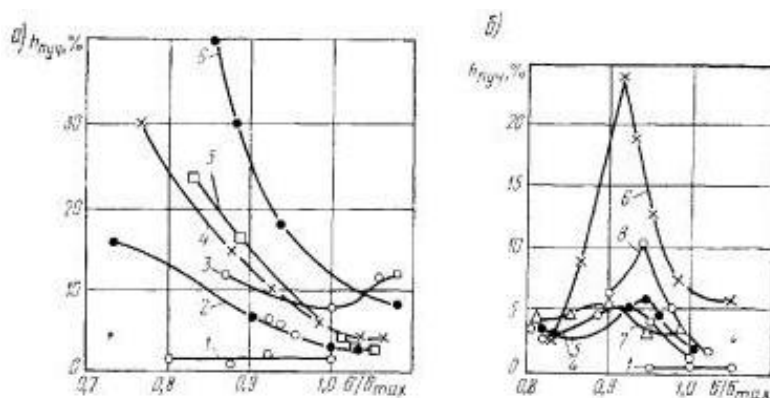
Морозное пучение грунтов является одной из существенных проблем, возникающих при проектировании зданий и сооружений. Данное явление негативно влияет на здания, вызывая их разрушение, что угрожает безопасности жизни и здоровья находящихся там людей.

Решение этой проблемы предполагает использование системы «фундамент-основание». Наличие такой системы подразумевает решение комплексной задачи, состоящей в совместных расчетах. Их необходимость важна для современного уровня развития строительной науки, в котором при внедрении современных методов расчета и новейших материалов достигнута возможность проектирования конструкций с минимальными запасами прочности [2].

В данной работе рассматривается система «фундамент – основание» ввиду её универсальности как для зданий, так и сооружений. При ее расчете возникает необходимость решения комплексной задачи, состоящей в оценке жесткости фундамента, оценке жесткости конструкций и рассмотрении взаимодействия конструкции с деформируемым основанием, т.е. решения контактной задачи. Описанию моделей основания посвящено большое количество работ, однако рассмотрение системы "фундамент – основание" в условиях морозного пучения не проводилось, в то время как явление морозного вспучивания рассматривалось отдельно, о чем свидетельствует наличие большого количества методов и приемов борьбы с пучением.

Морозное пучение – это увеличение объема грунта при отрицательных температурах. Это происходит потому, что влага, содержащаяся в грунте, увеличивается в объеме при замерзании. Это явление зависит от многих факторов, возникновение и формирование которых связано с климатическими, геологическими, гидрологическими и другими условиями. В данной работе будет рассмотрено влияние плотности и влажности грунта на морозное пучение в виду того, что они играют наибольшую роль в данном явлении и являются основными. В то же время, величина промерзших грунтов с достаточной степенью достоверности может быть определена только в том случае, если все факторы, влияющие на промерзшие грунты, будут учитываться совместным комплексным образом [6].

Влиянию плотности грунта начали уделять внимание относительно недавно. В частности, Венн и Ротледж в 1940 году обнаружили, что величина морозостойкости в значительной степени зависит от плотности грунта. На влияние плотности грунта обратили также внимание А.Я. Тулаев и Г. М. Соскин [3].



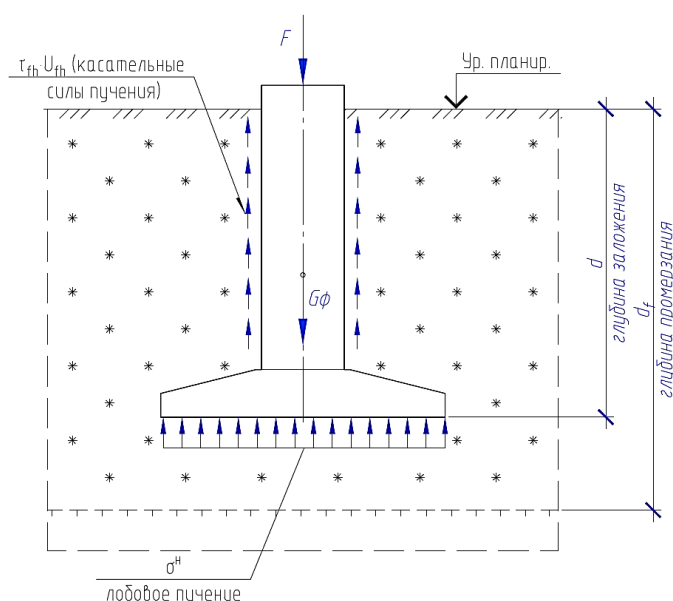
**Рисунок 1. Зависимость морозного пучения грунтов от их плотности:**  
**а – замораживание с напором воды; б – замораживание без напора воды;**  
**1 – песок; 2 – тяжёлый суглинок; 3 – супесь мелкая; 4 – глина; 5 – супесь;**  
**6 – пылеватый грунт; 7 – суглинок; 8 – пылеватый суглинок**

Характер зависимости морозного пучения от плотности грунтов (рис. 1) в основном определяется не типом грунта, а способом водонасыщения. При водонасыщении без напора влаги зависимость отображается кривыми с

максимумом, а при наличии напора морозное пучение непрерывно уменьшается с увеличением плотности.

Для оценки влияния влажности на величину морозного пучения используют такие величины, как суммарная влажность мерзлого грунта –  $W_{tot}$  и влажность мерзлого грунта, расположенного между ледяными включениями –  $W_m$ . Они определяются в соответствии с ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

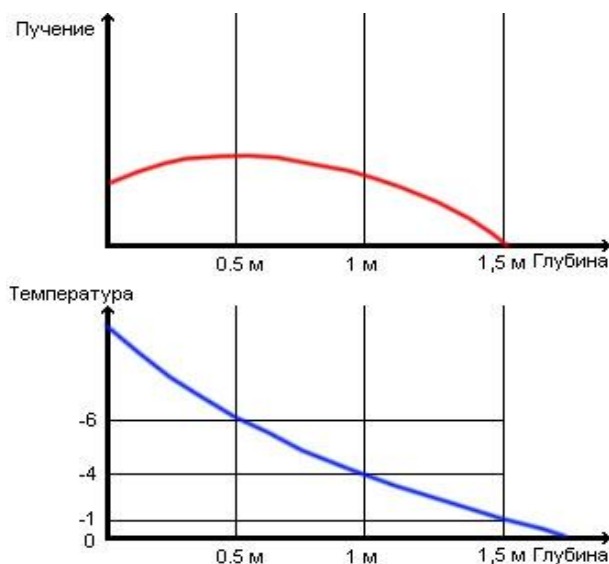
Силы морозного пучения действуют не только на основание фундамента, но и на его боковые стенки, так как грунт увеличивается в объеме не только под фундаментом, но и вокруг него. Грунт вокруг фундамента зимой примерзает к его стенкам и при движении тянет его за собой. Таким образом, вся сила пучения может быть разделена на две составляющие: одна действует на основание (нормальная составляющая), другая – на стенки (касательная составляющая) (рис. 2). Чем глубже устроен фундамент, тем меньше сила пучения, действующая на него. Но в то же время боковая поверхность увеличивается и вместе с ней увеличивается суммарная касательная сила, действующая на стенки фундамента [7]. Данный вывод делали многие исследователи, в т. ч. Невзоров А.Л. [4], Алексеев А.Г. [1] и Бургонутдинов А.М. [3].



**Рисунок 2. Схема воздействия лобовых и касательных сил морозного пучения на фундамент**



На рисунке 3 показана зависимость величины силы набухания от глубины фундамента. Он показывает, что максимальная сила пучения будет приходиться на фундамент, заложенный на глубине около 0,5 м – т.е. это наименее подходящая глубина.



**Рисунок 3. График зависимости силы пучения от глубины заложения фундамента**

Для оценки деформированного состояния грунтового основания был произведён расчёт в соответствии с Рекомендациями по проектированию и расчету малозаглубленных фундаментов на пучинистых грунтах [5]. Расчёт производился, исходя из следующих условий:

$$h_{fp} \leq S_u \quad (1)$$

$$\varepsilon_{fp} \leq \left(\frac{\Delta S}{L}\right)_u \quad (2)$$

Согласно требованиям, расчётная величина подъёма основания  $h_{fp}$  и расчётная относительная деформация пучения  $\varepsilon_{fp}$  не должны превышать предельных значений. Также в расчётах присутствует толщина демпфирующей подушки  $h_n$ , поэтому результаты расчётов приводятся без и с применением подушки (таб. 2).

Расчёт (таб. 1 и 2) проведён для ленточного фундамента мелкого заложения на мягкопластичном суглинке под бескаркасные здания с несущими стенами из блоков и кирпичной кладки без армирования.

**Таблица 1.**

**Результаты расчёта величины подъёма основания**

$d_f$ , м	$h_f$ , м	$h_{fp}$ , м	$\varepsilon_{fp}$	$S_u$ , м	$(\Delta S/L)_u$
0,5	0,1443	0,14	0,0071	0,025	0,0005
1	0,0484	0,04			

В данной таблице приведены результаты расчёта таких величин, как:

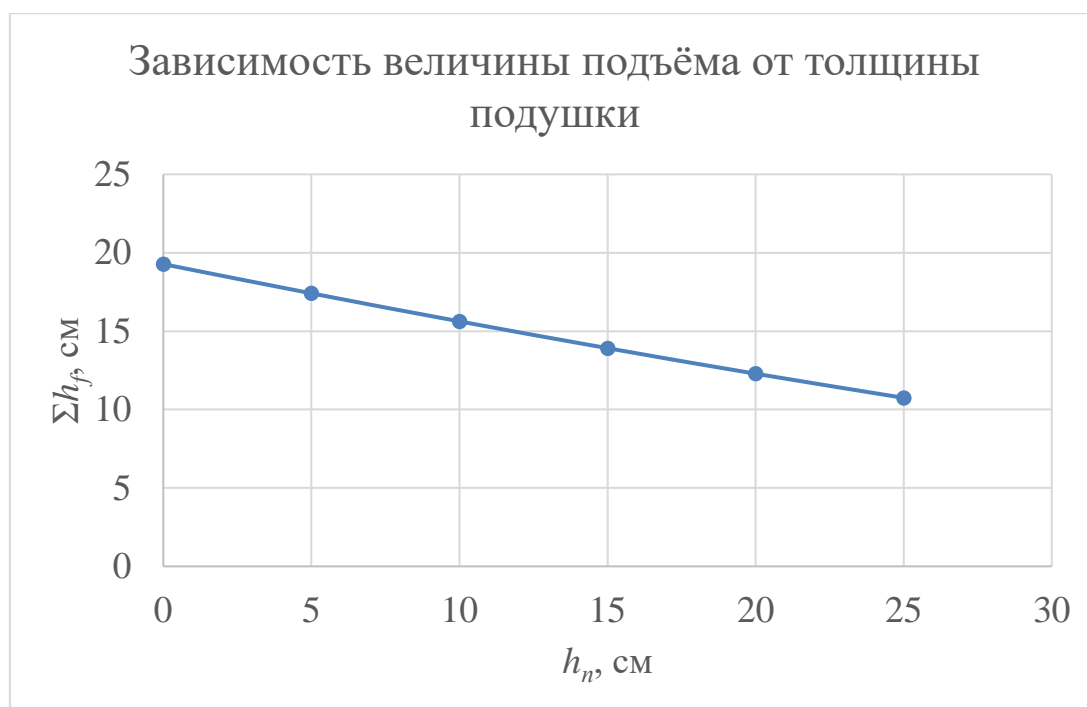
- $h_f$  – величина морозного пучения ненагруженного глинистого грунта при промерзании до расчётной глубины  $d_f$
- $h_{fp}$  – расчётная величина подъёма основания от пучения грунта под фундаментом с учётом давления под его подошвой
- $\varepsilon_{fp}$  – расчётная относительная деформация пучения грунта основания под фундаментом
- $S_u$  – предельная величина морозного пучения ненагруженного глинистого грунта при промерзании до расчётной глубины
- $(\Delta S/L)_u$  – предельная расчётная относительная деформация пучения грунта основания под фундаментом

Исходя из результатов расчёта, вытекает вывод, что полученные значения превышают предельные и необходимо принять меры по уменьшению величины подъёма грунта.

**Таблица 2.**

**Результаты расчёта с учётом демпфирующей подушки**

Толщина демпфирующей подушки, см	Суммарная величина морозного пучения ненагруженного грунта, см
Без подушки	19,27
С подушкой толщиной: 5	17,41
“ 10	15,62
“ 15	13,91
“ 20	12,28
“ 25	10,75



***Рисунок 4. зависимость величины подъёма основания от толщины демпфирующей подушки. На горизонтальной оси отображены значения толщины демпфирующей подушки  $h_n$ , на вертикальной – суммарная величина морозного пучения ненагруженного грунта  $\Sigma h_f$***

В соответствии с результатами расчётов и графиком, представленным на рис. 4, демпфирующая подушка должна использоваться для снижения величины подъёма основания грунта под действием сил морозного пучка, при этом зависимость величины подъёма от толщины подушки обратно пропорциональна.

### **Список литературы:**

1. Алексеев А.Г. Определение горизонтального давления грунта на подпорные стены при сезонном промерзании-оттаивании: дис. ... канд. тех. наук / А.Г. Алексеев. – М.: ОАО "ПНИИС", 2006.
2. Барменкова Е.В. Напряженно-деформированное состояние здания, фундамента и основания с учётом их совместной работы: дис. ... канд. тех. наук / Е.В. Барменкова. – М.: МГСУ, 2011.
3. Бургонутдинов А.М. Деформации морозного пучения / А.М. Бургонутдинов, Р.Н. Тякина // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – Пермь 2013. – Том 3. – С. 55 – 59.
4. Невзоров А.Л. Фундаменты на сезоннопромерзающих грунтах / Архангельский ГТУ – М.: АСВ, 2000 – 152 с.

5. Рекомендации по проектированию и расчету малозаглубленных фундаментов на пучинистых грунтах / НИИОСП им. Н.М. Герсванова – М.: Стройиздат, 1985 – С. 17 – 30.
6. Рекомендации по учёту и предупреждению деформаций и сил морозного пучения грунтов под редакцией Дриньяка О.Г. / ПНИИИС – М.: Стройиздат, 1986 – 72 с.
7. Силы морозного пучения грунтов: воздействие сил пучения на фундамент, борьба с силами пучения: [Электронный ресурс] // Строй своими руками. URL: <http://stroy-svoimi-rukami.ru/fundament/view/3/> (Дата публикации 16.05.2010). Дата обращения 6.10.2019.
8. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*.
9. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОДУЛЯ НА БАЗЕ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ HERMLE C40U**

***Филиппов Виталий Александрович***

*магистрант,*

*Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления,  
РФ, г. Улан-Удэ*

***Мандаров Эрдэни Борисович***

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,*

*Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления,  
РФ, г. Улан-Удэ*

Технический прогресс в машиностроении во многом определяет развитие всего хозяйства страны. Происходит запрос не только на увеличение объемов производства, но и на увеличение числа номенклатур выпускаемых изделий, к которым предъявляются высокие требования к точности и качеству изготовления, надежности при эксплуатации.

Однако увеличение темпа и объема производства влечет за собой увеличение загрузки оборудования, увеличение парка станков, увеличение числа рабочих, работу во вторую и третью смену. Современное оборудование нуждается в рабочих с высоким уровнем подготовки и высокой квалификацией, что в свою очередь требует увеличение затрат на заработную плату. А так же нехватка подготовленных кадров затрудняет организацию работы во вторую и третью смены. Поэтому перед машиностроительными предприятиями возникает непростая задача: увеличивать темпы и объемы выпуска продукции с минимальными затратами на привлечение дополнительного персонала и увеличения числа применяемого оборудования.

Одним из способов повышения эффективности машиностроительного производства является автоматизация. Благодаря автоматизации снижается участие человека в производственных процессах, возрастают объемы производства, улучшается качество продукции и условия работы персонала, увеличиваются экономические показатели производства. Одним из вариантов автоматизации производства является гибкий производственный модуль (ГПМ).

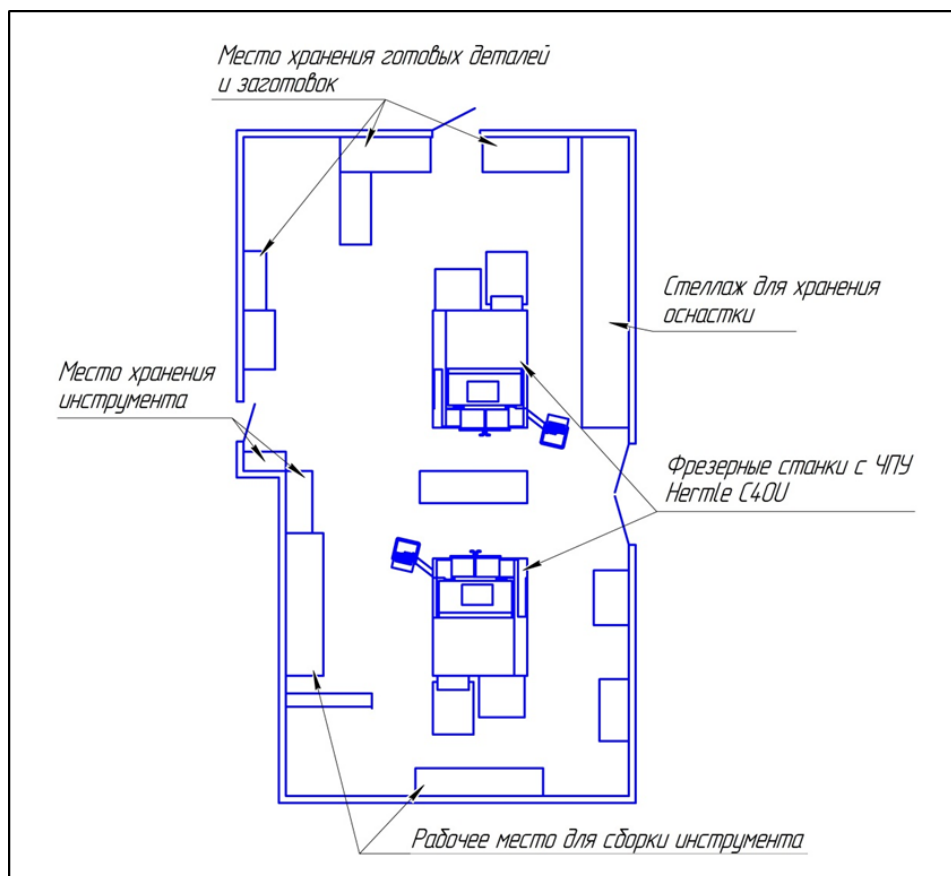
Гибкий производственный модуль обычно организовывается на базе многоцелевого станка с ЧПУ и является дальнейшим развитием оборудования с целью повышения степени автоматизации и производительности при сохранении высокой гибкости. ГПМ может встраиваться как в гибкую производственную систему (ГПС), так и быть самостоятельной производственной единицей.

По сравнению с другими металлорежущими станками металлообрабатывающий ГПМ работает в "безлюдном" режиме. Понятие "безлюдного" режима не означает, что человек не участвует в использовании оборудования, однако предполагает возможность достаточно длительного функционирования оборудования в автоматическом режиме.

Для организации ГПМ станок с ЧПУ нуждается в дополнительном оснащении. Основными требованиями ко всему оборудованию входящему в состав ГПМ являются высокая надежность и способность автоматизации всех основных, вспомогательных и рабочих движений. ГПМ как правило имеет в своем составе транспортно-накопительную систему, контрольно-измерительную и диагностическую системы а так же систему удаления отходов.

Дополнительное оборудование для организации ГПМ, как правило, дорогостоящее. Поэтому необходимо учитывать экономическую целесообразность автоматизации. Для окупаемости затрат на организацию ГПМ необходима его максимальная загрузка с наибольшей производительностью.

Взяв некоторые действительные исходные данные с реального производства можно попробовать оценить целесообразность внедрения ГПМ на предприятии. Для оценки эффекта от внедрения ГПМ был рассмотрен участок фрезерных станков с ЧПУ оборудованный двумя 5-координатными станками HERMLE C40U (рисунок 1).

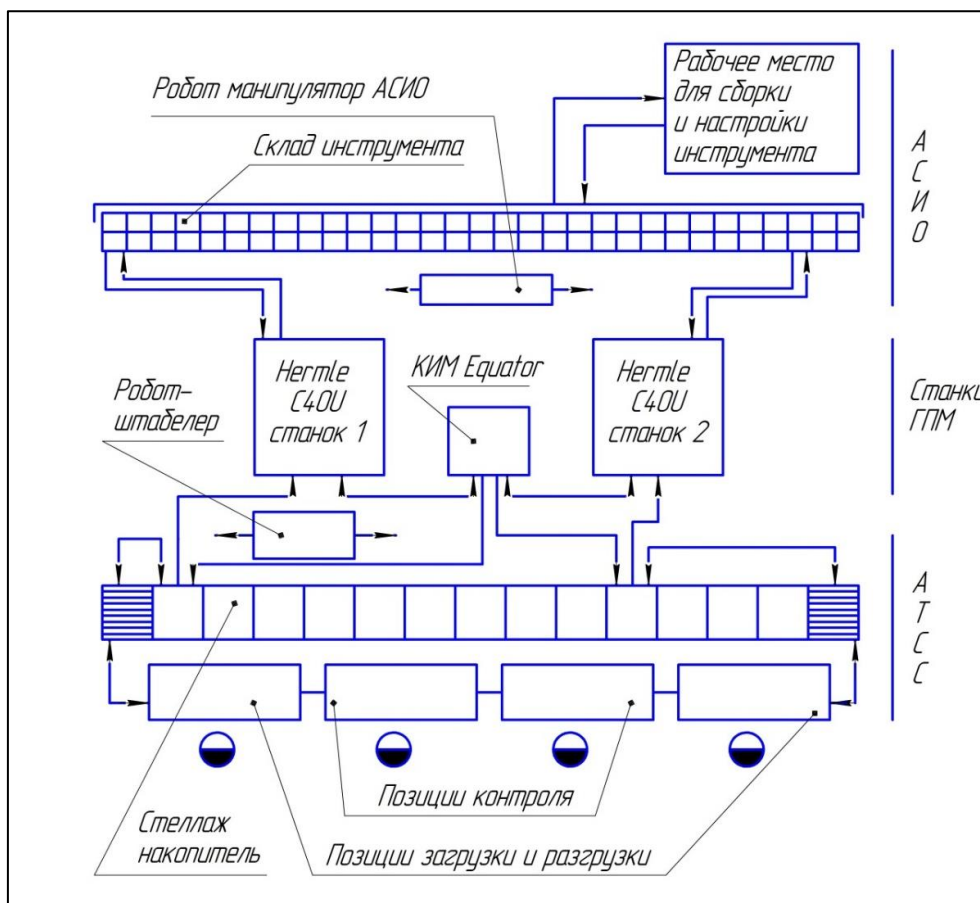


**Рисунок 1. Существующая компоновка участка**

Работа на участке организована в 2 смены без выходных (332 рабочих дня). По количеству и размеру партий деталей тип производства мелкосерийный. На участке обрабатываются детали 31 наименования с габаритными размерами от 40 до 495 мм из алюминиевых и стальных сплавов, изготавливаемые в условиях мелкосерийного производства месячными партиями 5 – 124 шт. Средний годовой объем выпуска деталей 3931 шт. Заготовки получены методом литья, штамповкой, из поковок и из плит.

Следуя методике для расчетов ГПМ Б.Н. Хватова [3] была получена следующая проектная компоновка ГПМ (рисунок 2).

Станки расположены в линию и сгруппированы по технологическому принципу. Автоматизированная транспортно-складская система (АТСС) представлена стеллажом-накопителем и роботом штабелером. Стеллаж вместимостью 57 ячеек однорядный трехъярусный вытянут вдоль всей линии станков. По другую сторону стеллажа располагаются две позиции выполняющие совмещенные функции загрузки и разгрузки спутников а так же две позиции контроля.



**Рисунок 2. Проектная компоновка ГПМ**

Для автоматизированного контроля решено применить устройство Equator фирмы Renishow которая представляет из себя КИМ для автоматизированных измерений и расположено между станками.

Со стороны станков расположен робот-штабелер который забирает спутники со стеллажа и устанавливает их на станки, забирает спутники со станков и устанавливает на позицию автоматизированного контроля, снимает спутник с позиции автоматизированного контроля и возвращает спутник на стеллаж или на станок для дальнейшей обработки с коррекцией, а так же штабелер служит для подачи спутников на позицию разгрузки и из позиции загрузки передает спутники на стеллаж.

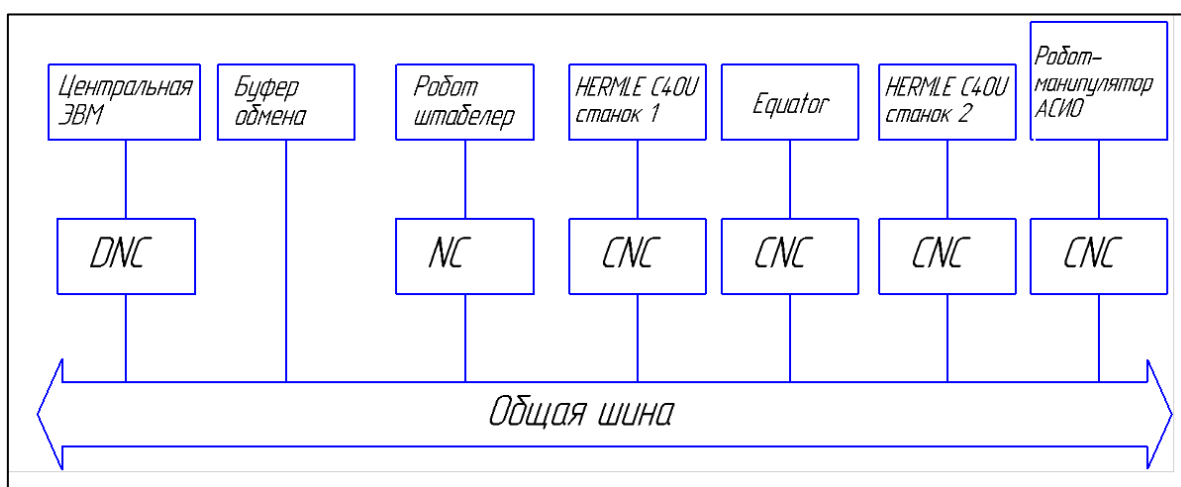
Автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО) представлена складом инструментальных наладок на 158 мест и роботом-манипулятором. Робот манипулятор снимает инструмент со станка и помещает его в склад, а из склада догружает необходимый инструмент в магазин станка.



За складом организовано рабочее место для сборки и настройки инструмента где производится замена изношенного инструмента, его балансировка, настройка по вылету из патрона, настройка расточных систем на необходимый размер. Инструмент на склад загружается вручную слесарем-инструментальщиком по настройке режущего инструмента, хотя так же возможна автоматизация этого процесса. Для установки спутников на станки и позицию автоматизированного контроля применяются базирующие станции фирмы SHUNK. В спутниках вмонтированы ответные базирующим станциям пальцы, которые служат для закрепления спутника в станции и от которых идет привязка детали для обработки и измерений. Применяемая станочная оснастка осталась без изменения. Конструкция оснастки позволяет ей легко устанавливаться на спутник без доработок. Станки дополнительно оборудованы устройством для автоматического открытия дверей, необходимым для загрузки и разгрузки спутника на станок. Так же предусмотрен автоматический подвод сжатого воздуха к базирующей станции на столе станка необходимый для снятия спутника. Кроме этого станки оборудованы считывающими устройствами. Считывая информацию со спутника, например от штрих-кода, станок получает информацию какая деталь поступила на обработку и какое положение имеет ноль детали относительно базирующих пальцев. Работа слесаря-инструментальщика организована только в первую смену. Так же в первую смену организована работа слесарей-наладчиков и контролеров. Задача слесарей-наладчиков снимать со спутников готовые детали и устанавливать оснастку и заготовки для последующей обработки. Контролеры занимаются контролем качества готовых деталей. В последующие вторую и третью смену ГПМ работает в автоматическом режиме.

ГПМ позволяет очень быстро переналаживаться с производства одной детали на другую. Это достигается буквально добавлением в инструментальный магазин инструмента, если это необходимо, и сменой спутника, на котором уже установлена необходимая оснастка и заготовка. Подобное свойство ГПМ позволяет перейти от традиционной схемы обработки деталей партиями

к обработке деталей поштучно в количестве необходимом для дальнейшего производства. Загрузку ГПМ необходимо производить таким образом, что бы при имеющемся запасе спутников с стеллаже-накопителе и имеющимся инструменте на складе АСИО обеспечивалась загрузка оборудования минимум на две смены непрерывной работы. Система управления (рисунок 3) будет иметь следующий вид: все компоненты ГПМ управляются от центральной ЭВМ через общую шину. Это облегчает взаимодействие компонентов ГПМ и встраивание при необходимости ГПМ в гибкую производственную систему (ГПС). В системе предусмотрен буфер обмена необходимый для передачи поочередных команд для взаимодействия компонентов системы через общий кабель. Это позволит уменьшить количество применяемых кабелей, повысит надежность системы и облегчит диагностику. В соответствии с международной классификацией все СЧПУ по уровню технических возможностей делятся на классы. Центральная ЭВМ имеет класс DNC (Direct Numerical Control) - системы прямого числового управления группами станков от одной ЭВМ. Станки, КИМ Equator и робот-манипулятор АСИО имеют класс CNC (Computer Numerical Control)-системы ЧПУ со встроенной мини-ЭВМ (компьютером, микропроцессором). Робот-штабелер имеет класс NC (Numerical Control) — системы ЧПУ с покадровым чтением управляющей программы на протяжении цикла работы.



**Рисунок 3. Система управления ГПМ**

ГПМ позволяет значительно сократить вспомогательное и подготовительно-заключительное время, так как все вспомогательные операции происходят параллельно с работой станков, в это время станки не простаивают. Вспомогательное время в ГПМ равняется времени замены роботом-штабелером спутника с заготовкой, в среднем 4 минутам. Зная первоначальное вспомогательное время на изготовление каждой детали и количество деталей можно определить экономию времени которая происходит на ГПМ. Так же ГПМ предполагает работу в 3 смены, что увеличивает производительное время работы оборудования. Количество приобретенного производительного времени от ГПМ в сравнение с существующей организацией участка представлены в таблице 1. ГПМ позволяет ввести третью смену. Работа слесарей-наладчиков, операторов, слесаря инструментальщика необходима только в первую смену. Работа во вторую и третью смену происходит в автоматическом режиме. Третья смена позволяет увеличить годовой фонд производительного времени на 5308 часов, что дает возможность для дальнейшей загрузки оборудования новыми деталями. Сокращения подготовительно-заключительного и вспомогательного времени позволяет дополнительно высвободить 441,1 час станочного времени. В общей сложности ГПМ позволяет увеличить загрузку оборудования дополнительно на 5749 часов в год при этом сократить работу персонала во 2-3 смены.

*Таблица 1.*

**Результаты сравнений**

	$T_{\text{маш. ч.}}$	$T_{\text{всп. ч.}}$	$T_{\text{ПЗВ. ч.}}$	<b>Годовой фонд времени работы станков ч.</b>
Участок станков с ЧПУ	6065,2	631,2	72	10628
ГПМ	6065,2	262,1	—	15936
Приобретаемое производительное время	—	369,1	72	5308

В итоге проектируемый ГПМ по сравнению с существующей организацией работы дает значительную прибавку производительного времени. Эту прибавку можно использовать для увеличения количества выпускаемых деталей или

освоения производства других номенклатур деталей. Время на изготовление деталей сокращается за счет параллельного выполнения основных и вспомогательных операций. В ГПМ появляется возможность выпуска деталей не партиями, а поштучно и без потери времени на переналадку. Появилась возможность организации работы в 3 смены, при этом работа ГПМ во вторую и третью смену происходит в автоматическом режиме без участия персонала. Так же организация ГПМ позволяет улучшить условия труда, уменьшить долю человеческого труда в производстве, и соответственно снизить процент брака по вине человека. Автоматизированный контроль ГПМ так же позволяет выявить и избежать брак например от износа или поломки инструмента, повысить качество выпускаемых деталей.

### **Список литературы:**

1. Е.Р. Ковальчук, М.Г. Косов, В.Г. Митрофанов и др.; под ред. Ю.М. Соломенцева. Основы автоматизации машиностроительного производства. / Учеб. для машиностроит. спец. вузов — 2-е изд., испр. — М.: Высш. шк., 1999. — 312 с.
2. П.Н. Белянин, М.Ф. Идзом, А.С. Жогин. Гибкие производственные системы: Учеб. Пособие для машиностроительных техникумов. — М.: Машиностроение, 1988. — 256 с.
3. Хватов, Б.Н Гибкие производственные системы. Расчет и проектирование: учеб. пособие / Б.Н. Хватов. — Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. — 112 с.

## СЕКЦИЯ 2.

### ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### ЭЛЕКТРОННАЯ МУЗЫКА ТЕРМЕНВОКСА

**Галанов Александр Александрович**

*обучающийся  
МБОУ СОШ № 19,  
РФ, г. Сургут*

**Глухов Роман Евгеньевич**

*обучающийся  
МБОУ СОШ № 19,  
РФ, г. Сургут*

**Денисенко Егор Иванович**

*обучающийся  
МБОУ СОШ № 19,  
РФ, г. Сургут*

**Тагильцев Александр Олегович**

*обучающийся МБОУ СОШ № 19,  
РФ, г. Сургут*

**Семенов Олег Юрьевич**

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук,  
Сургутский государственный университет,  
РФ, г. Сургут*

**Аннотация.** Статья посвящена уникальному музыкальному инструменту – терменвоксу. Материалы обзорной статьи применяются в образовательном процессе при изучении физики.

**Ключевые слова:** терменвокс, электронная музыка, антенна, акустика, колебания, частота, генератор, электромузыкальный инструмент, звуковой эффект.

С древних времен, музыка играла ключевую роль в развитии культуры и искусства человека. С каждым поколением музыкальные инструменты совершенствовались, появлялись новые звучания. В начале, когда ещё не было

электричества, люди играли на струнных, ударных, духовых, механических инструментах. В акустических инструментах обертоновая структура инструмента, созданная механическим путём, ограничивала его тембр. Благодаря электричеству, появилась возможность создания любого тембра и управления им, используя только электрические колебания. А когда в 1906 году изобрели электронную лампу, то произошло ускорение развития радиофоники, электроакустики, записывающих и воспроизводящих устройств, в том числе полуавтоматических и автоматических музыкальных инструментов.

В этот период появились первые электронные инструменты: терменвокс, волны Мартено и тратониум. Данные инструменты характерны тем, что звук в них создается по принципу звукового гетеродинного генератора, состоящего из двух генераторов. У одного из них частота постоянна, а на другом её можно менять. Так как происходило изменение величины разности частот генераторов, то менялась и высота звука. Из множества возникших таким образом дифференциальных тонов, стало возможным использование нескольких октав. Несмотря на то, что принцип работы у этих инструментов одинаков, они имели различные конструкции. Например, у терменвокса было преимущество в обширной звуковой гамме, а также высокой чувствительности схемы [1, 2].

На терменвоксе играли Чарли Чаплин, Альберт Эйнштейн и Джимми Пейдж. Его звучание воспевали поэты, называя его звучание «музыкой сфер», а известные режиссёры использовали в своих фильмах. Терменвокс первый в мире пространственный электроинструмент, игра на котором не требует непосредственного прикосновения, а осуществляется движением рук в воздухе.

Терменвокс, «theremin» – это английское название терменвокса – первого в истории электронного музыкального инструмента, изобретенного в 20-е годы Львом Сергеевичем Терменом, физиком и радиоинженером, учеником и сотрудником академика А.Ф. Иоффе. Ученый Л.С. Термен сконструировал небольшой музыкальный инструмент и назвал его «Этерон» (ether – «эфир»), но сообщество учёных, которым Термен представил свой инструмент, назвало его в честь изобретателя – «терменвокс» (vox – «голос» на латыни) [3-5].

Изобретатель, физик и музыкант Лев Сергеевич Термен родился в 1896 году в городе Санкт-Петербург, он закончил Петербургскую консерваторию по классу виолончели и обучался на физико-математическом факультете Петербургского университета. С 1919 года заведовал лабораторией Физико-технического института в Петрограде, одновременно с 1923 года сотрудничал с Государственным институтом музыкальной науки г. Москва (рис. 1).

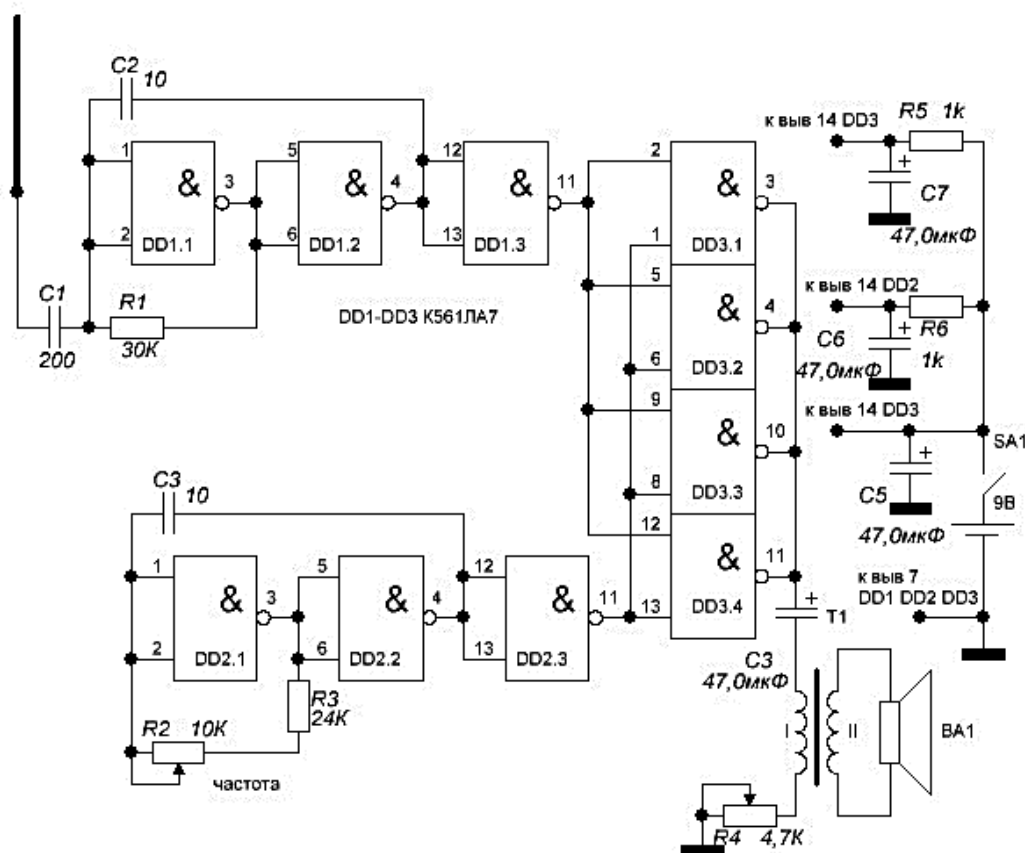


***Рисунок 1. Л.С. Термен и терменвокс***  
([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lev\\_Termen\\_playing\\_-\\_cropped.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lev_Termen_playing_-_cropped.jpg))

Лев Сергеевич получил мандат на проезд по железным дорогам всей страны и отправился в грандиозный тур по СССР. За пару лет изобретатель посетил с лекциями-концертами несколько сотен городов и в 1927 г. учёный был направлен в командировку за границу, он объездил всю Европу и США. В 1931-1938 гг. являлся директором Teletouch Inc., Л.С. Термен выступал с музыкальными концертами в Париже и в Берлине. На одном из концертов присутствовал А. Эйнштейн, который позднее написал, что услышал музыку сфер и заметил, что настоящее признание электронная музыка найдет за океаном. Прибыв в г. Нью-Йорк Л.С. Термен дал концерт в знаменитом Карнеги-Холл. В США Лев Сергеевич Термен в содружестве с композитором Генри Коуэллом создали первую в мире электрическую ритм-машину. После работы в США Л.С. Термен вернулся в СССР, и с 1963 г. работал в акустической лаборатории Московской консерватории. В конце 60-х годов Лев Сергеевич Термен перешел

на работу в МГУ. С 1966 года Л.С. Термен являлся сотрудником кафедры акустики физического факультета МГУ. Лев Сергеевич не дожил трёх лет до своего 100-летнего юбилея, уйдя в 1993 году [6]. В СССР работами по терменвоксу также занимался ученик Л.С. Термена виолончелист К.И. Ковальский. Для удобной игры музыкант даже разработал собственную модель инструмента, его усовершенствование состояло в том, что он придумал педаль и кнопку. На своём инструменте с одной антенной К.И. Ковальский дал несколько тысяч концертов по всей стране, а с 1950-х годов стал играть вместе с «Ансамблем электромузыкальных инструментов» В.В. Мещерина.

На данный момент разработаны несколько вариантов схем этого музыкального инструмента. Рассмотрим одну из них, основой инструмента служат два генератора, один генератор имеет стабильную частоту, а частота второго непостоянна и изменяется конденсатором переменной емкости, образуемым рукой играющего и металлическим штырем-антенной (рис. 2).



**Рисунок 2. Принципиальная схема терменвокса**  
(<https://rcl-radio.ru>)



Генератор с непостоянной частотой собран на элементах DD1.1 DD1.2, его исходная частота зависит от элементов C1, R1, C2 и электрической ёмкости между штырем-антенной и рукой играющего музыканта на инструменте. Второй генератор со стабильной частотой собран на элементах DD2.1 и DD2.2, и аналогичен первому генератору, его частоту можно менять в небольших пределах при помощи резистора R2. Выходные сигналы генераторов поступают на входы элемента DD3, который представляет собой смеситель. С выхода элементов DD3 колебания разности частот поступают через конденсатор C4 в согласующий трансформатор и далее через резистор R4 на динамик. Источником питания терменвокса может служить батарея или любой другой стабилизированный блок питания с выходным напряжением 9В и выходным током 20 до 50 мА (сам прибор потребляет 7...10 мА). В схеме T1 – выходной трансформатор транзисторного радиоприемника и штырь-антенна – отрезок металлической трубки или проволоки длиной 30...50 см [7].

В 50-х годах была основана компания RA MOOG, специализирующаяся на производстве терменвоксов (рис. 3). Это были и наборы «собери терменвокс сам» и полномасштабные модели, носившие название «профессиональных» [8, 9].



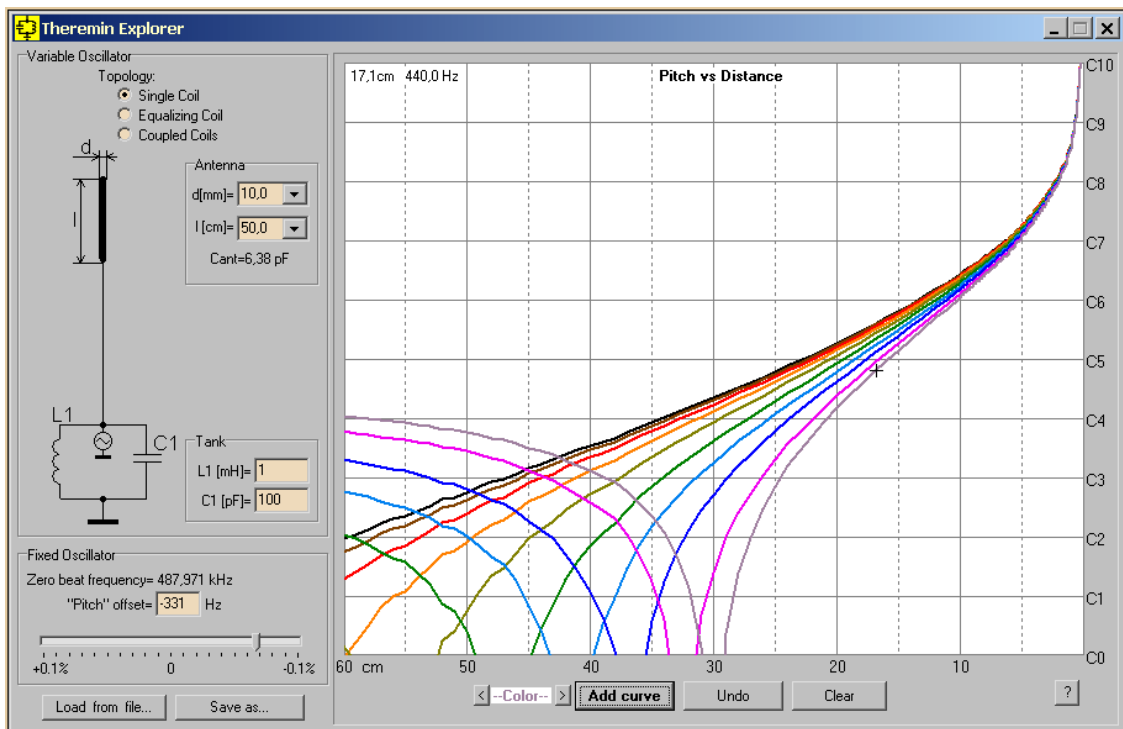
**Рисунок 3. Сборочная модель терменвокса Moog Etherwave Kit  
(<https://theremintimes.ru>)**

В дальнейшем Муг основал компанию «Big Brier», которая также занимается производством терменвоксов под маркой «MOOG». Рис. 4.



**Рисунок 4. Moog Theremini — синтезатор-терменвокс: левая антенна отвечает за громкость, правая — за высоту тона (<https://theremintimes.ru>)**

Для исследования работы терменвокса применяются компьютерные программы, например *Theremin Explorer* – программа, моделирующая поведение генераторов терменвокса и строящая зависимости высоты тона (частоты биений) от положения руки (Рис. 5). Программа позволяет варьировать параметры и сравнивать топологии различных антенных цепей [10, 11].



**Рисунок 5. Визуализация высоты тона терменвокса Theremin Explorer (<http://www.thereminworld.com/>)**

Терменвокс предназначен для исполнения любых классических, эстрадных, джазовых музыкальных произведений, а также для создания различных звуковых эффектов, которые могут найти применение при озвучивании фильмов, мультфильмов, спектаклей и т.д. Одним из первых писать музыку для терменвокса стал Шостакович Д.Д., звуки терменвокса использовали музыканты групп Led Zeppelin, J.M. Jarre, Pink Floyd, Sting.

Огромную роль в популяризации инструмента сыграли родные Л.С. Термина, его дочь Наталья Львовна трудилась над созданием концертного терменвокса, который работал бы на транзисторах. Знаменитый российский музыкант Петр Термен – правнук легендарного изобретателя Льва Сергеевича Термина один из лучших российских исполнителей на терменвоксе, он ведёт лекции, мастер-классы и руководит школой Russian Thermin School. В рамках XVII Международной недели консерваторий он исполнил новые сочинения петербургских композиторов, написанные специально для терменвокса [12].

Изобретение терменвокса является отправной точкой отсчёта для электронной музыки и создания первого профессионального электромузыкального инструмента. Единственный минус изобретения Термена связан с тем, что инструмент не имеет клавиш или грифа с ладами, для точной игры требуется почти абсолютный музыкальный слух, и терменвокс – инструмент одноголосый. Но это не уменьшает его уникальной роли в современном мире звуков и позволяет объединить образование, науку и искусство [13, 14].

### **Список литературы:**

1. Термен Лев Сергеевич // Музыкальный энциклопедический словарь / гл. ред. Г.В. Келдыш. – М.: Сов. энциклопедия, 1990. – 672 с.
2. Albert Glinsky, Robert Moog. Theremin: Ether Music and Espionage. – University of Illinois Press, 2005. – 403 с.
3. Бугаенко В.А., Караваев М.А., Кимля И.Е. [и др.] Исследование колебаний струн музыкальных инструментов // Технические и математические науки. Студенческий научный форум: электр. сб. ст. по мат. XVII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 6(17). URL: [https://nauchforum.ru/archive/SNF\\_tech/6\(17\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/6(17).pdf) (дата обращения: 12.10.2020).

4. Усенков Н.О., Семенов О.Ю. Управление электронными устройствами через Bluetooth с помощью смартфона Наука 60-й параллели: тезисы докладов XXII Открытой регион. студ. науч. конф. им. Г.И. Назина. Сургут, 4 апреля 2018 г.; Сургут. гос. ун-т. - Сургут: ИЦ СурГУ, 2018. – С. 255 – 256.
5. Королёв Л. Терменвокс. – Радио, 2005, № 8, С. 48–51; № 9, С. 48–51.
6. Carolina Euck: Die Kunst des Thereminspiels. 2006, SERVI Verlag, Berlin.
7. Сайт для радиолобителя [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://rcl-radio.ru/> (дата обращения: 12.10.2020).
8. Сайт о терменвоксе и музыкальных технологиях [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://theremintimes.ru/ru/> (дата обращения: 12.10.2020).
9. Moog Music Inc. - американская компания. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [www.moogmusic.com/](http://www.moogmusic.com/) (дата обращения: 12.10.2020).
10. Dyomko A.I., Semenov O.Yu., Churilova I.N. Quasi-optimal processing simulation of ultrasonic signals / Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing 2020. 1488 (2020) 012004 doi:10.1088/1742-6596/1488/1/012004.
11. Theremin world [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [www.thereminworld.com](http://www.thereminworld.com) (дата обращения: 12.10.2020).
12. Лев Термен и терменвокс. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://www.mirf.ru/science/lev-theremin-i-thereminvox/> (дата обращения: 12.10.2020).
13. Семенов О.Ю. Применение инфокоммуникационных Smart-технологий в образовательном пространстве учебного заведения / Семенов О.Ю., Дёмко А.И. Образование и право. 2019. № 8. С. 293 – 302.
14. Семенов О.Ю. Применение телекоммуникационных технологий в дистанционном обучении / Семенов О.Ю., Дёмко А.И. Образование и право. 2020. № 6. С. 244 – 253. DOI: 10.24411/2076-1503-2020-10637.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

**ТЕХНИЧЕСКИЕ  
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.  
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ**

*Электронный сборник статей по материалам XXXIII студенческой  
международной научно-практической конференции*

№ 10 (33)  
Октябрь 2020 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»  
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74  
E-mail: [mail@nauchforum.ru](mailto:mail@nauchforum.ru)

16+

