

Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі  
Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан  
М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті  
Северо-Казахстанский университет им. М.Козыбаева

Инженерлік және сандық технологиялар факультеті  
Факультет инженерии и цифровых технологий  
«Көлік және машина жасау» кафедрасы  
Кафедра «Транспорт и машиностроение»

БЕКІТЕМІН/УТВЕРЖДАЮ  
ТжСФ деканы/  
Декан ФИЦТ  
Ратушная Т.Ю.

2022 ж./г. »



МАТЕРИАЛДЫҚ-ТЕХНИКАЛЫҚ БАЗАНЫ ДАМУ ЖӘНЕ ЖАҢҒЫРТУ  
ЖОСПАРЫ  
«КӨЛІК ЖӘНЕ МАШИНА ЖАСАУ» КАФЕДРАСЫ  
2023 – 2027 ЖЫЛДАРҒА АРНАЛҒАН 7М07111 – МАШИНА ЖАСАУ БІЛІМ БЕРУ  
БАҒДАРЛАМАСЫ БОЙЫНША/

ПЛАН  
РАЗВИТИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ  
КАФЕДРЫ «ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ»  
ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ 7М07111 –МАШИНОСТРОЕНИЕ  
НА 2023 – 2027 ГОДЫ

«Көлік және машина жасау» кафедрасының отырысында бекітілген/  
Утвержден на заседании кафедры «Транспорт и машиностроение»

№ 4 Хаттама 24.11 2022ж. /  
Протокол № 4 от 24.11 2022г.

Кафедра меңгерушісі /  
Заведующий кафедрой Савинкин В.В. Савинкин В.В.

Петропавлқ., 2022ж./  
Петропавловск, 2022г.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Обязательным условием в деятельности вуза является наличие соответствующей аудиторной, лабораторной и научно-исследовательской базы, учебных кабинетов и других помещений, обеспечивающих его деятельность и формирование умений и навыков, обучающихся в соответствии с ГОСО образовательной программы (направлений подготовки) и типовым учебным планом.

Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории следует размещать в надземных этажах.

В подвальных этажах допускается располагать производственные мастерские, лабораторные аудитории для изучения специализированных дисциплин со специальным оборудованием, бойлерные, книгохранилище, архивохранилище и другие помещения.

Требования к учебным и научным лабораториям включают требования к ресурсам инфраструктуры, ресурсам для обеспечения соответствующих условий производственной среды.

Обеспечение соответствующих условий производственной среды основано на требованиях:

- техники безопасности и средств защиты;
- эргономики и размещения учебного и научного пространства;
- к отоплению, влажности, освещению, вентиляции;
- к санитарным условиям, шуму, вибрации, загрязнению и др.

Все виды аудиторных занятий в научно-исследовательских лабораториях осуществляются в соответствии с рабочим учебным планом, графиком учебного процесса, расписанием занятий и индивидуальным планом проведения научных исследований в рамках докторских диссертаций и в рамках работы над грантовыми исследованиями.

Общее руководство функционированием научно-исследовательских лабораторий осуществляет заведующий кафедрой, который несет ответственность за сохранность оборудования и инвентаря в ней.

## **2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ**

Научно-исследовательская лаборатория является одним из основных элементов материально-технической базы, обеспечивающей проведение отдельных видов подготовки обучающихся по дисциплинам, предусмотренным образовательной программой специальности.

Основной целью создания и функционирования научно-исследовательской лаборатории является:

- создание нормативной основы для реализации государственной политики в области образования, лицензирования, государственной аккредитации и аттестации вуза в соответствии с требованиями МНВО РК;
- обеспечение постоянных потребностей и ожиданий государства и общества по оказанию качественных образовательных услуг и развитию научной деятельности;
- проведение теоретических и практических/ лабораторных занятий по дисциплинам циклов общеобразовательных, базовых и профилирующих дисциплин.

Основными задачами функционирования научно-исследовательской лаборатории являются:

- выполнение обязательных требований к условиям реализации образовательных программ по направлениям подготовки;
- проведение теоретических и практических/ лабораторных занятий с обучающимися с использованием современных технических средств и специализированного оборудования;
- предоставление преподавателям и обучающимся доступа к специализированному программному обеспечению и оборудованию для создания электронных ресурсов (презентаций, видео уроков и т.п.) и участия в видеоконференциях;

- предоставление преподавателям и обучающимся доступа к специализированному оборудованию и материалам для организации научно-исследовательской деятельности, проведения экспериментальных опытов;
- проведение занятий курсов повышения квалификации, связанных с технологиями электронного обучения;
- проведение занятий с комбинированием электронных технологий и педагогических технологий (CASE-STUDY, методы программного обучения, методы работы в сотрудничестве);
- проведение дистанционных занятий с удаленным преподавателем, телемостов, для организации видеозаписи занятия и трансляции его в сети интернет.

Частной задачей функционирования научно-исследовательской лаборатории является приобретение обучающимися компетенций в области перспективных технологий, а именно:

- 3D технологий виртуального прототипирования и 3D лазерного сканирования,
- аддитивных технологий и цифровых двойников;
- по надежности и предиктивной аналитике оборудования;
- промышленных робототехнических систем;
- технологии обратного проектирования (реверс инжиниринг) и 3D-печати.

### **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ**

Для достижения образовательных целей и задач вуз должен располагать различными видами технических ресурсов, в том числе лабораторным научным оборудованием, установками, механизмами, стендами, средствами измерения, макетами и моделями изделий, применяемыми в учебных и исследовательских целях, экспериментальными образцами, материалами, компьютерными и иная вычислительной техникой, программными средствами.

Структура, состав и количество технических ресурсов лабораторий определяется:

- обязательным обеспечением качественного осуществления учебного процесса и всех других процессов и уставной деятельности вуза в соответствии с государственными общеобязательными стандартами специальностей;
- учебными рабочими планами;
- учебными рабочими программами дисциплин;
- планами учебно-методических и научно исследовательских работ и другой документацией.

Материальное и программно-информационное оснащение научно-исследовательской лаборатории производится за счет денежных средств университета в соответствии с запланированным бюджетом, либо за счет средств, полученных от внешних спонсоров.

Оборудование для проведения занятий перечисляется в паспорте научно-исследовательской лаборатории, где точно указываются наименование и количество всего имеющегося оборудования и приспособлений.

Паспорт научно-исследовательской лаборатории пересматривается перед началом учебного года, и при необходимости в нее вносятся изменения

Паспорт научно-исследовательской лаборатории подписывается заведующим кафедрой, за которой закреплена аудитория, и ответственным за аудиторию.

Материально-техническая оснащенность университета ориентирована на расширение его технических и технологических возможностей. Университет располагает основным объемом аудиторного фонда, необходимого для проведения учебных занятий по очной форме обучения не более чем в две смены, соответствующего санитарным нормам, и вспомогательных помещений.

# **Научно-исследовательская лаборатория «Неразрушающий контроль и оценка физико-механических свойств материалов», 211/4**

## **1 Техническая характеристика лаборатории**

Научно-исследовательская лаборатория «Неразрушающий контроль и оценка физико-механических свойств материалов» предназначена для проведения диагностики и исследований материалов на предмет наличия дефектов. Лаборатория используется для проведения занятий у студентов бакалавриата, а также для проведения научных исследований магистрантов и докторантов. В лаборатории, обучающиеся изучают основные методы неразрушающего контроля, методики определения характеристик и свойств материалов, проводят экспериментальные исследования различных материалов в рамках диссертационных исследований.

Характеристики лаборатории:

- габаритные размеры – 33,2 м<sup>2</sup>;
- наличие посадочных мест – 12;
- стол преподавателя – 1 шт.;
- книжные шкафы – 1 шт.

Укомплектованность лаборатории:

- Печь муфельная – 2001 г.;
- Дефектоскоп ультразвуковой высокочастотный УСД-60 – 2009 г.;
- Микроскоп металлографический Биомед ММР-1 – 2013 г.;
- Портативный комбинированный твердомер УДА (2шт.) – 2013 г. и 2014 г.;
- Тепловизор Testo870-1 – 2016 г.;
- Вихретоковый дефектоскоп ВД-70 – 2016 г.;
- Дефектоскоп ИКН-7М-16 – 2016 г.

## **2 Дисциплины по образовательным программам кафедры, изучаемые в лаборатории**

Научно-исследовательская лаборатория «Неразрушающий контроль и оценка физико-механических свойств материалов» предназначена для проведения учебных занятий по ОП 6В07101 «Машиностроение», 7М07101(7М07111) «Машиностроение», 8Д07101 «Машиностроение», 6В07502 «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)», 7М07501(7М07504) «Стандартизация и сертификация (по отраслям)», 7М07502 «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)» кафедры «Транспорт и машиностроение» по следующим дисциплинам: Испытания, контроль и безопасность продукции, Современные аспекты развития метрологии, Методы контроля и диагностики в метрологической деятельности, Современные технологии восстановления, упрочнения и обработки деталей машин, Высокотехнологичное оборудование восстановительного производства, Научно-исследовательская работа, Исследовательская практика, Оценка прочности и надежности объектов в машиностроении на основе математического моделирования, Неразрушающий и разрушающий контроль на производстве.

## **3 Перечень ремонтных работ, необходимых в лаборатории**

Научно-исследовательская лаборатория «Неразрушающий контроль и оценка физико-механических свойств материалов» согласно заявке, на проведение ремонтных работ, была включена в бюджетный план СКУ им. М.Козыбаева на 2022-2023г., требующая капитального ремонта. Перечень необходимых ремонтных работ в аудитории предоставлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень ремонтных работ в аудитории 211/4

№ п/п	Виды ремонтных услуг	Ед. изм.	Объём
1	Установка двойных розеток	шт.	4
2	Устройство подвесного потолка типа «Амстронг»	м <sup>2</sup>	33,2
3	Установка прозрачной светодиодной панели с рассеивателем «Призма»	шт.	6
4	Очистка стен от известкового набега	м <sup>2</sup>	46,0
5	Грунтовка стен бетоноконтактом	м <sup>2</sup>	54,8
6	Штукатурка стен в отдельных местах	м <sup>2</sup>	6,0
7	Грунтовка стен универсальной грунтовкой	м <sup>2</sup>	54,8
8	Шпатлевание стен гипсовой и финишной шпатлевкой	м <sup>2</sup>	54,8
9	Водоэмульсионная окраска стен и откосов	м <sup>2</sup>	54,8
10	Масляная окраска окон и подоконников	м <sup>2</sup>	18,0
11	Масляная окраска радиаторов отопления и труб	м <sup>2</sup>	5,0
12	Демонтаж и замена линолеума	м <sup>2</sup>	33,4
13	Демонтаж и устройство пластиковых плинтусов	пог. м.	32,0
14	Демонтаж и замена однопольной двери	шт.	1
15	Демонтаж и замена раковины.	шт.	1
16	Установка кондиционера.	шт.	1


#### 4 Предлагаемые способы финансирования


Из средств вуза, гранты Комитета по обеспечению качества в сфере образования МНВО РК, привлечение инвесторов производства.

#### 5 План развития и модернизации материально-технической базы лаборатории (перечень оборудования необходимого для закупки)


План развития и модернизации материально-технической базы лаборатории «Неразрушающий контроль и оценка физико-механических свойств материалов» представлен в таблице 2.

Таблица 2 – План развития и модернизации МТБ

Наименование оборудования (марка)	Описание	Техническая характеристика оборудования	Комплектуемые	Кол-во экспонатов, шт.
<b>на 2023 год</b>				
Дефектоскоп для проверки и диагностики сварных швов АРМС–МГ4 	АРМС-МГ4 дефектоскоп сварных соединений арматуры предназначен для контроля качества сварных стыковых соединений стержней арматуры диаметром от 20 до 80 мм по ГОСТ 23858-79 при монтаже сборных и возведении монолитных ж/б конструкций теньвым и зеркально-теньвым методом. Принцип работы прибора АРМС-МГ4 основан на измерении ослабления ультразвуковых колебаний при наличии дефектов типа пор, трещин, раковин, непроваров, шлаковых включений в сварных соединениях.	Величина опорного сигнала на испытательном образце стержня арматуры диаметром 40 мм, чувствительность, дБ, не менее 20. Ослабление сигнала на образце с нормированным дефектом, дБ $15 \pm 3$ . Предел допускаемой основной погрешности измерения, дБ $\pm 1$ . Диапазон измерения отношения сигналов на входе приемника, дБ 1 – 40. Питание от встроенного аккумулятора напряжением, В 3,7. Потребляемый ток в режиме измерения, мА, не более 390. Потребляемый ток в остальных режимах, мА, не более 94. Габаритные размеры электронного блока (д, ш, в), мм 175x78x25. Масса, кг не более 1,2.	Состав комплекта: - электронный блок; - ПЭП наклонные П121-2,5-65-002 (2 шт.) с комплектом сменных протекторов; - приспособления для проведения контроля теньвым и зеркально-теньвым методами; - руководство по эксплуатации; - металлическая линейка; - футляр.	1


<p>Revopoint POP 3D портативный сканер</p> 	<p>3D-сканер дает более совершенное изображение со всеми координатами в трехмерном пространстве и информацией о функциях любого компонента. Данные сканирования от 3D-сканера позволяют понять и обследовать деталь гораздо подробнее по сравнению с измерениями, выполненными с помощью ручных инструментов.</p>	<p>Инфракрасный свет с двойной камерой Biocular. Покадровая точность: до 0.05 мм. Сканирование специальных объектов. Используйте сканирующий спрей для прозрачных, темных или сильно отражающих объектов. Диапазон одиночного захвата: 125 мм x 225 мм. Рабочее расстояние: 150 мм – 400 мм. Минимальный объем сканирования: 20 мм x 20 мм x 20 мм. Скорость сканирования: 12 кадров в секунду – 18 кадров в секунду. Выходные форматы: PLY, OBJ и STL. Расстояние до точки/ разрешение: 0,05 мм. Покадровая точность: до 0,1 мм. Среда сканирования: внутри и снаружи. 3D совместимость с печатью: Да. ИМУ: 9-осевой. Цветное сканирование: Да. Источник света: инфракрасный свет класса 1. Wi-Fi: 6.0. Совместимые ОС: Windows, Android, iOS, macOS. Кнопки: кнопки с тремя касаниями. Режимы подключения: USB Type-C – USB 3.0 Type-A. Методы отслеживания: характеристика, маркер.</p>	<p>Состав комплекта:  - ПОП 3 3D сканер;  - штатив;  - телефонный держатель;  - мобильный кабель 2-в-1;  - калибровочная доска;  - кабель 1 x USB Type-C;  - USB-кабель для поворотного стола;  - мини проигрыватель;  - маркер Топпер;  - чехол;  - адаптер Type-C;  - образец бюста.</p>	<p>1</p>
--	---	--	--	----------

**на 2024 год**

<p>Адгезиметр покрытий Elcometer 106: 0-7МПа/0-1000psi</p> 	<p>Механический адгезиметр представляет собой удобный в использовании портативный прибор, дающий числовое значение величины адгезии. Области применения прибора включают: тестирование лакокрасочных и напыленных с помощью плазмы покрытий на платформах мостов, покрытий на стали, алюминии или бетоне и т.д. Используется в соответствии с: ANSI N5.12, ASTM D 4541, BN ES 24624, ISO 4624 и NF T 30-062.</p>	<p>Диапазон измерения: 0 –3,5 МПа (Н/мм<sup>2</sup>), 0 – 500psi. Точность: 15% от показания. Размеры: 505 x 370 x 120 мм.</p>	<p>Состав комплекта:  - механический адгезиметр покрытий Elcometer 106;  - 20 упоров;  - эпоксидный адгезив Araldite;  - базовое поддерживающее кольцо;  - ключ с трещоткой (Шкалы 3 и 4);  - магнитных зажим для упоров;  - резак для обрезки упоров;  - чемодан для переноски;  - инструкция по эксплуатации.</p>	<p>1</p>
--	--	--	---	----------

**на 2025 год**

<p>Виртуальный лабораторный стенд «Геометрические измерения» (программное)</p>	<p>Виртуальный лабораторный стенд – программное обеспечение для персонального компьютера, которое</p>	<p>Программное обеспечение. Минимальные необходимые для использования ВЛС технические характеристики компьютера:  - процессор: 2-х ядерный, 1,4</p>	<p>В программе должны быть реализованы виртуальные 3D модели приборов:  - штангенинструм</p>	<p>1</p>
--	---	---	--	----------



<p>обеспечение)</p> 	<p>позволяет изучить конструкцию и принцип работы различных приборов и технологических установок, взаимодействуя с их реалистичными интерактивными 3D-моделями. Интерактивная виртуальная модель – это возможность легко изучать явления, невидные невооруженному глазу, и приборы, механизмы и системы, физически недоступные обычно школьнику или студенту и даже многим опытным специалистам. Все изучаемые модели размещены в виртуальных интерьерах, повторяющих реальные лаборатории, цеха и другие производственные помещения, по которым обучающийся может свободно перемещаться. Виртуальный стенд содержит раздел с теоретическим материалом, подробные наглядные модели – анимации явлений, а также схемы и чертежи изучаемых приборов.</p>	<p>ГГц;  - ОЗУ: 4 Гб, DDR3;  - видеокарта: интегрированная – HD Graphics 620 или дискретная – GeForce GT 730;  - не менее 700 Мб свободного места на жестком диске;  - монитор с разрешением 1920x1080 точек;  - наличие DVD привода;  - свободного USB разъема;  - клавиатуры и мыши;  - операционная система: Windows 7 или новее, наличие прав Администратора;  - поддержка DirectX 12.0 и OpenGL 4.6.</p>	<p>ент;  - микрометр;  - индикатор;  - скоба рычажная;  - угломер;  - видеоизмерительный микроскоп;  - инструментальный микроскоп;  - профилометр (профилограф);  - проектор.</p>	
<b>на 2026 год</b>				
<p>Координатно-измерительная машина (КИМ) СММ-MN432</p> 	<p>КИМ являются стационарным оборудованием и предназначены для измерений геометрических размеров деталей сложной формы, отклонения формы и расположения поверхностей элементов деталей. Измерения проводятся посредством датчика, прикрепленного к подвижной оси машины.</p>	<p>Традиционная «мостовая компоновка» КИМ является трёхосевой с X, Y и Z осями. Оси ортогональны друг к другу и образуют трехмерную декартову систему координат. Каждая ось имеет свой масштаб, что определяет перемещение по этой оси. Машина считывает данные с датчика и текущие координаты датчика под управлением перемещение по осям оператором или компьютером. Затем машина использует X, Y, Z координаты каждой из этих точек, чтобы определить размеры и расположение объекта в пространстве. Как правило, точность измерений координат координатной машины составляет порядка единиц микрометров. Для повышения точности и</p>	<p>Состав комплекта:  - основной блок,  - система 3D датчиков (регулируемая головка датчика Renishaw, зонд Renishaw, щупы*),  - система калибровки (базовая сфера Ø25 мм, поворотная ось),  - компьютерная система,  - компьютер,  - принтер,  - система температурной компенсации, программное обеспечение.  - *Система щупов</p>	<p>1</p>

		<p>снижения ошибок из-за температурного расширения стол машины обычно изготавливают из гранитной плиты и часто применяют программную температурную коррекцию массивов полученных данных. Шестиосевая КИМ (гексапод) построена на основе параллельной кинематики. В отличие от трёхосевой, в ней отсутствуют порталы и мосты. Конструктивно КИМ представляет собой «параллельную структуру» в виде перевернутой усеченной пирамиды. В основаниях пирамиды располагаются сферические шарниры, которые служат точками отсчета для измерительной системы. Шесть измерителей напрямую связаны с подвижной кареткой, на которой располагается измерительная головка с датчиком. КИМ, как правило, используется в производственном и сборочном процессе для проверки размеров деталей или проверки качества сборки в сравнении с заданным образцом. После измерения X, Y, Z координат множества точек поверхности детали полученные массивы данных анализируются с помощью различных регрессионных алгоритмов. Эти данные о точках собираются с помощью зонда, который позиционируется оператором или автоматически с помощью управления от компьютера.</p>	<p>включает в себя щупы и удлинитель.</p>	
--	--	--	---	--

**на 2027 год**

<p>Системы неразрушающего контроля тела трубы: ультразвукового контроля Т-18, вихретокового контроля Т-18ВТ</p>	<p>Ультразвуковая система Т-18 предназначена для полного контроля тела трубы на наличие дефектов типа несплошности и неоднородности металла, дефектов типа расслоения металла, измерение ультразвуковым методом толщины стенки трубы. Система состоит из 4-х иммерсионных ванн, установленных последовательно друг за другом. Вихретоковая система Т-</p>	<p>Основные технические характеристики системы Т-18:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обнаруживает дефекты, которые по своей отражающей способности не хуже искусственных отражателей – продольных и поперечных пазов (рисок) на внешней и внутренней поверхности трубы, следующих размеров:</li> <li>- глубина паза составляет от 3% до 5% толщины стенки трубы, но не менее 0,3 мм;</li> <li>- ширина паза не превышает две глубины, но не более 1 мм;</li> <li>- длина паза не более 25 мм</li> </ul>	<p>Система автоматизированного неразрушающего контроля тела труб СНК УНИСКАН-ЛУЧ Т-18 и Т-18 ВТ.</p>	1
---	---	--	--	---



	<p>18 ВТ состоит из двух сканеров с накладными вихретоковыми преобразователями. Особенности Т-18 и Т-18 ВТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отслеживание результатов онлайн;</li> <li>- просмотр результатов по отдельному каналу, а также формирования двумерного изображения с нанесением дефектных сечений трубы;</li> <li>- формирование протоколов 6 видов;</li> <li>- увеличение ресурса вихретоковых преобразователей за счет наличия постоянного воздушного зазора между телом трубы и датчиками (для Т-18 ВТ);</li> <li>- износостойкость деталей за счет использования сменных победитовых накладок (для Т-18 ВТ).</li> </ul>	<p>или 50 мм.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обнаруживает расслоения, имитируемые плоскодонным отражателем с размерами:</li> <li>- диаметр плоскодонного отражателя 6.4 мм;</li> <li>- глубина сверления 25-90 % от номинального значения толщины стенки трубы, но не менее 2 мм.</li> <li>- производительность контроля до 30 труб в час;</li> <li>- длина неконтролируемых концов труб не более 300 мм.</li> </ul> <p>Технические характеристики системы Т-18 ВТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявление минимальных дефектов глубиной 5% от толщины стенки и протяженностью 50 и 25 мм, ориентированных продольно и поперечно относительно оси трубы;</li> <li>- величину мертвых зон на концах труб не более 200 мм;</li> <li>- выполнение международного стандарта API Spec 5СТ при выпуске продукции по уровню технических требований PSL 3;</li> <li>- уверенное выявление дефектов, возникших при производстве: закаты, плены, продольные и поперечные трещины.</li> </ul>		
<p>Установка комплексного контроля колесных пар вагонов СНК КП - 8.3</p> 	<p>Автоматизированная установка для комплексного неразрушающего контроля колесных пар вагонов СНК КП-8.3 предназначена для автоматизированного неразрушающего контроля колесных пар грузовых вагонов, вагон-холодильника  ультразвуковым и вихретоковым методами с целью выявления в них дефектов типа неоднородность металла, трещины разной ориентации, поверхностных дефектов, согласно РД 07.09-97 и ЦВ-0052. Установка обеспечивает автоматизированный комплексный неразрушающий контроль элементов вагонных КП типов РУ1-957 и РУ1Ш-957. Диаметр круга катания –</p>	<p>Основные технические характеристики установки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- количество ультразвуковых и ЭМА каналов: для контроля цельнокатанного колеса – 25; для контроля оси колесной пары – 13;</li> <li>- количество вихретоковых каналов: для контроля боковых поверхностей обода колеса –16; для контроля поверхности катания – 8; для контроля галтельного перехода с диска в обод – 20; для контроля оси колесной пары – 8;</li> <li>- значение номинальных частот ультразвуковых колебаний (УЗК) 0.4 МГц, 2.5 МГц и 5 МГц;</li> <li>- относительное отклонение частот УЗК от номинальных значений находятся в пределы 10 %;</li> <li>- значение номинальных углов ввода ПЕП от 0 до 90 угловых градусов;</li> <li>- частота зондирующих импульсов задается датчиком пути;</li> </ul>	<p>Установка комплексного контроля колесных пар вагонов СНК КП - 8.3.</p>	<p>1</p>

	<p>не больше 964 мм для новых колес и не менее 850 мм для колес с максимальным износом.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- диапазоны зон контроля: колесо колесной пары (КП) от 0 до 130 мм для наклонных ПЕП, от 5 до 125 мм для прямых ПЕП; ось КП от 100 до 1900 мм для прямого совмещенного ПЕП, от 200 до 1020 мм для наклонных ПЕП;</li> <li>- порог чувствительности установки при проведении вихретокового контроля на искусственных дефектах типа «пропил» в стандартном образце предприятия СОП-2353.08 глубина – 0,5 мм; ширина – 0,1-0,3 мм;</li> <li>- порог чувствительности установки при УЗК на искусственных дефектах типа «пропил» и «сверление» согласно нормативной документации РД 07.09.97 и РД 32.144-2000;</li> <li>- частота вращения КП регулируется в диапазоне от 2,0 до 5,0 оборотов/минуту;</li> <li>- установка обеспечивает следующие сервисные функции: запись и хранение результатов контроля; выдачу результатов контроля (протокола контроля) на электронном и бумажном носителе;</li> <li>- установка обеспечивает производительность контроля не менее 10 колесных пар в час, при условии их ритмичной подачи на позицию контроля и без дефектности колесных пар.</li> </ul>		
--	---	--	--	--

# **Научно-исследовательская лаборатория «Прецизионные исследования структуры и состава материала», 339/УЛК**

## **1 Техническая характеристика лаборатории**

Научно-исследовательская лаборатория «Прецизионные исследования структуры и состава материала» предназначена для определения и изучения структурно-фазового состава различных материалов (стали, сплавы, пластмасса, керамика и т.д.) и комплекса их механических свойств.

Характеристики лаборатории:

- габаритные размеры – 63,4 м<sup>2</sup>;
- наличие посадочных мест – 8;
- книжные шкафы – 2 шт.

Укомплектованность лаборатории:

- Настольный сканирующий электронный микроскоп Phenom Pro – 2022 г.;
- Шлифовально-полировальный станок Tegramin-30 – 2022 г.;
- Система контроля сварных соединений Structure Expert Weld – 2022 г.;
- Микротвердомер, тип – стандартный, DuraSeam-70 – 2022 г.;
- Оборудование для резки Secotom 50 – 2022 г.;
- Автоматический электрогидравлический пресс для запрессовки CitoPress-30 – 2022 г.;
- Автоматическое устройство LectroPro-5 – 2022 г.;
- Шлифовально-полировальный станок Lavamin – 2022 г.

## **2 Дисциплины по образовательным программам кафедры, изучаемые в лаборатории**

Научно-исследовательская лаборатория «Прецизионные исследования структуры и состава материала» предназначена для проведения учебных занятий по ОП 6В07101 «Машиностроение», 7М07101(7М07111) «Машиностроение», 8D07101 «Машиностроение», 6В07502 «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)», 7М07501(7М07504) «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» и 7М07502 «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)» кафедры «Транспорт и машиностроение» по следующим дисциплинам: Современные конструкционные материалы и нанотехнологии, Нанотехнологии в машиностроении, Научно-исследовательская работа, Исследовательская практика, Современные методы повышения надежности машин, Испытания, контроль и безопасность продукции, Материаловедение.

## **3 Перечень ремонтных работ, необходимых в лаборатории**

Научно-исследовательская лаборатория «Прецизионные исследования структуры и состава материала» находится в учебно-лабораторном корпусе (УЛК). Данный корпус был введен в эксплуатацию в 2021 году. Ремонтные работы не требуются.

## **4 Предлагаемые способы финансирования**



Из средств вуза, гранты Комитета по обеспечению качества в сфере образования МНВО РК, привлечение инвесторов производства.


## **5 План развития и модернизации материально-технической базы лаборатории (перечень оборудования необходимого для закупа)**

План развития и модернизации материально-технической базы научно-исследовательской лаборатории «Прецизионные исследования структуры и состава материала» представлен в таблице 3.

Таблица 3 – План развития и модернизации МТБ

Наименование оборудования (марка)	Описание	Техническая характеристика оборудования	Комплектующие	Кол-во экспонатов
<b>на 2023 год</b>				
Штангенциркули ШЦ-1-125 мм 	Штангенциркули типа ШЦ-I – односторонние с глубиномером, для измерения наружных и внутренних размеров и для разметки. Предназначены для измерения наружных и внутренних размеров.	Детали штангенциркулей изготовлены из коррозионностойкой стали и имеют надежное противокоррозионное покрытие. Шкалы штанги и нониуса имеют матовое хромоное покрытие, исключают блики.	Штангенциркули ШЦ-1-125 мм.	5
<b>на 2024 год</b>				
Микрометр МК 25 мм 	Измерительный инструмент для определения наружных размеров деталей и готовой продукции. Он используется в случае, когда необходимо выполнить замер с минимальной погрешностью. У этой модели микрометра при измерениях максимальный размер погрешности не превышает 0,01 мм.	Корпус изделия имеет вид металлической скобы, к краям которой крепятся измерительные губки. Чтобы избежать деформации корпуса из-за нагрева от тепла человеческой ладони на него установлены теплоизолирующие накладки. Это повышает точность выполнения измерений. Для подводки измерительной поверхности используется микрометрический винт. В него встроен особый механизм, который регулирует прикладываемое усилие. При совершении большего числа оборотов, чем требуется, винт прокручивается и не дает деформировать материал измеряемой детали. У микрометра типа МК отсутствует электронный блок для отображения результатов замеров. Поэтому результаты считываются с микрометрических цилиндрических шкал, нанесенных на винт измерительного инструмента. Контактные губки микрометра выполнены из твердого сплава. Поэтому при контакте с твердыми материалами во время измерений они не истираются, погрешность при выполнении измерений не увеличивается по мере эксплуатации.	Микрометр МК 25 мм	3
<b>на 2025 год</b>				
Вихретоковый автогенераторный дефектоскоп ВД-	Автогенераторный вихретоковый дефектоскоп	Рабочая частота генератора (определяется индуктивностью подключаемого	- электронный блок дефектоскопа	1

<p>10А</p> 	<p>предназначен для оперативного контроля поверхностных и подповерхностных дефектов методом вихревых токов, в различных деталях сложной конфигурации из титана, стали, алюминия, магния и пр.</p>	<p>преобразователя) – 0,8-3 МГц. Допустимый диапазон индуктивности используемых параметрических преобразователей – 16-50 мкГн. Диапазон удельной электрической проводимости контролируемых немагнитных материалов – 0,1-60 МСм/м. Режимы работы – статический, динамический. Вид графика на экране прибора-амплитудная развертка. Минимальная протяженность дефектов (без покрытия / под покрытием толщиной 0,5 мм) – 2 мм / 5 мм. Минимальная глубина обнаруживаемых на плоских участках деталей трещин вдали от края (при отсутствии покрытий / с покрытием толщиной 0,5мм) в деталях: из магниевых, алюминиевых и медных сплавов: 200 мкм / 500 мкм; из жаропрочных и титановых сплавов: 500 мкм / 1000 мкм; из сталей типа 30ХГСНА: 200 мкм / 500 мкм.</p>	<p>ВД-10А;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- блок питания / зарядное устройство;</li> <li>- встроенный Li-Ion аккумулятор;</li> <li>- держатель для преобразователя с кабелем – 1 шт.;</li> <li>- преобразователь – 2 шт.;</li> <li>- образец для проверки работоспособности – 1 шт.;</li> <li>- кабель RS232 для подключения ПК;</li> <li>- программное обеспечение для ПК;</li> <li>- руководство по эксплуатации;</li> <li>- кейс для переноски.</li> </ul>	
<p><b>на 2026 год</b></p>				
<p>Виртуальный лабораторный стенд «Геометрические измерения» (программное обеспечение)</p> 	<p>Виртуальный лабораторный стенд – программное обеспечение для персонального компьютера, которое позволяет изучить конструкцию и принцип работы различных приборов и технологических установок, взаимодействуя с их реалистичными интерактивными 3D-моделями.</p>	<p>Виртуальный стенд содержит раздел с теоретическим материалом, подробные наглядные модели-анимации явлений, а также схемы и чертежи изучаемых приборов. Программа должна быть предназначена для изучения приборов и освоения навыков проведения измерений. В программе должны быть реализованы виртуальные 3D модели приборов: штангенинструмент; микрометр; индикатор; скоба рычажная; угломер; видеоизмерительный микроскоп; инструментальный микроскоп; профилометр (профилограф); проектор. Модели должны иллюстрировать метрологические характеристики, принцип действия, методику и примеры проведения измерений. В программе должно быть предусмотрено выполнение лабораторных работ с применением приборов или тестовых заданий. Минимальные необходимые для использования ВЛС технические характеристики компьютера: процессор: 2-х ядерный, 1,4 ГГц; ОЗУ: 4 Гб,</p>	<p>Виртуальный лабораторный стенд «Геометрические измерения» (программное обеспечение)</p>	<p>1</p>

		<p>DDR3; видеокарта: интегрированная – HD Graphics 620 или дискретная – GeForce GT 730; не менее 700 Мб свободного места на жестком диске. монитор с разрешением 1920x1080 точек. Наличие DVD привода, свободного USB разъема, клавиатуры и мыши. Операционная система: Windows 7 или новее, наличие прав. Администратора, поддержка DirectX 12.0 и OpenGL 4.6. Особенности: использование имеющихся ПК в учебном заведении; бессрочная лицензия; бесплатное обновление по мере выхода новых версий; возможна адаптация для использования с очками виртуальной реальности.</p>		
<b>на 2027 год</b>				
<p>Рентгенофлуоресцентный спектрометр S2 PUMA</p> 	<p>Спектрометр S2 PUMA предназначен для анализа элементов от углерода до америция в диапазоне концентраций от ppm до 100% в жидких, твердых и порошковых пробах.</p>	<p>Определяемые элементы – от натрия до урана (Na – U) со стандартным детектором XFlash; от углерода до урана (C – U) с детектором XFlash Light Element (LE). Диапазон концентраций – от ppm (миллионных долей) до 100 %. Рентгеновская трубка – Анод: Pd или Ag; макс. мощность 50 Вт, макс. напряжение 50 кВ. Первичные фильтры – 10 – позиционный автоматический сменщик фильтров; встроенные фильтры для анализа широкого спектра элементов: 5 мкм (Ag), 20 и 500 мкм (Al), 100 и 250 мкм (Cu). Детектор – кремниевый дрейфовый детектор XFlash: охлаждение на эффекте Пельтье (подача жидкого азота не требуется). Стандартный детектор XFlash: разрешение 135 эВ для Mn Kai 100000 импульсов в секунду. Детектор XFlash LE: разрешение 141 эВ для Mn Kai 100000 импульсов в секунду. Коллиматорные маски – для локального анализа отдельных участков образца: 1, 3, 8, 12, 18, 23 и 28 мм (опция). Контроль за образцом – встроенная видеокамера формата HD обеспечивает точное позиционирование образца и видеофиксацию его местоположения (опция). Сетевые подключения – встроенный порт Ethernet RJ45, 4 USB-порта для подключения</p>	<p>Рентгенофлуоресцентный спектрометр S2 PUMA</p>	<p>1</p>

		<p>мыши, клавиатуры, принтера. Электропитание – 100 –240 В, 50/60 ГЦ, макс. потребляемая мощность 600 ВА. Автоматизация – подключение к системе управления конвейером (в дополнительной комплектации). Типы образцов – порошки, гранулы, твердые тела, прессованные таблетки, сплавленные диски, жидкости объемом до 50 мл.</p>		
--	--	---	--	--

# **Научно-учебная лаборатория «Лазерно-сварочные технологии ремонта и восстановления транспортно- машиностроительных комплексов» № 104/4**

## **1 Техническая характеристика лаборатории**

Научно-учебная лаборатория «Лазерно-сварочные технологии ремонта и восстановления транспортно-машиностроительных комплексов» предназначена для изучения лазерно-сварочных технологий ремонта и восстановления деталей транспортно-машиностроительных комплексов. Технология и свойства лазерной сварки. Изучение технологии соединения металлов и других материалов плавлением, которое производится благодаря нагреву рабочей зоны лазерным лучом. Изготовление и ремонт деталей конструкций.

Характеристики лаборатории:

- габаритные размеры – 66,7 м<sup>2</sup>;
- наличие посадочных мест – 30;
- стол преподавателя – 1 шт.;

Укомплектованность лаборатории:

- Сварочный аппарат «Спутник» – 2005 г.;
- Сварочный аппарат мультимедийный – 2006 г.;
- Реально-виртуальное учебно-лабораторное оборудование по сварочной технологии – 2008 г.;
- Инвертер сварочный – 2шт., 2009 г.;
- Сварочный трансформатор КИ 002-500 – 2009 г.;
- Реостат балластный – РБ-302СЭ – 2009 г.;
- Установка для очистки воздуха от сварочных газов – 2009 г.;
- Выпрямитель сварочный ВД306У3 (ПН 100%) – 2009 г.;
- Компьютерное оснащение в количестве 1 станция (компьютер, монитор, мышь, клавиатура, стол компьютерный, стул) с программным обеспечением – 2010 г.;
- Установка МУЛ-1 «Расширенная» – 2021 г.;
- Станок токарный STALEX D250x550 С – 2022 г.;
- Сварочный тренажер МДТС – 1 шт.;
- Сварочный пост – 3 места;
- Сварочный выпрямитель ВД306 – 1 шт.;
- Сварочный трансформатор – 1 шт.;
- Сварочный полуавтомат Спутник – 1 шт.;
- Сварочный инвертер Форсаж – 2 шт.;
- Сварочный аппарат с реостатом балластным – 1 шт.;
- Плазменный аппарат для резки и сварки – 1 шт.;
- Фильтровальная установка – 1 шт.;
- Вытяжная станция – 1 шт.;
- Верстак – 1 шт.;
- Тиски слесарные поворотные – 1 шт.;
- Сейф металлический – 1 шт.;
- Стеллаж металлический – 2 шт.;
- Шкаф инструментальный – 1 шт.;
- Принадлежности сварщика (одежда, маски сварщика, перчатки);
- Стол металлический с полками – 1 шт.



## **2 Дисциплины по образовательным программам кафедры, изучаемые в лаборатории**

Научно-учебная лаборатория «Лазерно-сварочные технологии ремонта и восстановления транспортно-машиностроительных комплексов» предназначена для проведения учебных занятий и научно-исследовательских работ по ОП 6B07101 «Машиностроение», 6B07105 «Транспорт, транспортная техника и технологии», 7M07101 (7M07111) «Машиностроение», 7M07105 (7M07112) «Транспорт, транспортная техника и технологии», 8D07101 «Машиностроение» и 8D07105 «Транспорт, транспортная техника и технологии» кафедры «Транспорт и машиностроение» по следующим дисциплинам: Сварочное производство в машиностроении, Теория сварочных процессов, Технология восстановления и ремонт изношенных деталей, Роботизация сварочного производства, Применение автоматизированных комплексов при сборке сварных конструкций, Современные методы повышения надежности машин, Научно-исследовательская работа.

## **3 Перечень ремонтных работ, необходимых в лаборатории**

### 2022-2023 учебный год:

- Установка навесного потолка.
- Установка электрических розеток 220В; 380В.
- Штукатурка, вытяжка и колеровка стен.
- Покраска окон, подоконников, труб, батарей в светлых тонах.
- Демонтаж и замена линолеума.
- Демонтаж и устройство пластиковых плинтусов.
- Демонтаж и замена вентиляционных решёток в количестве 1 шт.
- Замена и установка жалюзи – 3 шт. (вертикальные).
- Демонтаж и замена двупольной двери – 1 шт.
- Установка кондиционера.

### 2023-2024 учебный год:

- Вывоз металлолома после сварочных работ обучающихся.

### 2024-2025 учебный год:

- Техническое обслуживание и ремонт вытяжной станции.
- Установка учебных стендов по сварочному производству.
- Вывоз металлолома после сварочных работ обучающихся.

### 2025-2026 учебный год:

- Покраска лабораторного оборудования (столы сварщика, вытяжной рукав, стеллажи, верстак).
- Вывоз металлолома после сварочных работ обучающихся.



## **4 Предлагаемые способы финансирования**



Из средств вуза, гранты Комитета по обеспечению качества в сфере образования МНВО РК, привлечение инвесторов производства.





## **5 План развития и модернизации материально-технической базы лаборатории (перечень оборудования необходимого для закупа)**

План развития и модернизации материально-технической базы научно-учебной лаборатории «Лазерно-сварочные технологии ремонта и восстановления транспортно-машиностроительных комплексов» представлен в таблице 4.

Таблица 4 – План развития и модернизации МТБ

Наименование оборудования (марка)	Описание	Техническая характеристика оборудования	Комплектующие	Кол-во экспонатов, шт.
<b>на 2023 год</b>				
Электроды марки МРЗ	Электроды с рутиловым покрытием, предназначены для ручной дуговой сварки.	Коэффициент наплавки – 8,5 г/А·ч. Расход стержня на 1 кг наплавленного материала – 1,7 кг. Объем разбрызгиваемого при сварке металла – 9-13%. Ударная вязкость металла шва – 8 кгс·м/см <sup>2</sup> .	Электроды	6 кг
Электроды марки УОНИ13-53	Электроды с основным покрытием для ручной дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей.	Диаметр электрода 3 мм; длина электрода 350 мм; максимальный сварочный ток 150 А; минимальный сварочный ток 80 А.	Электроды	6 кг
Сварочная проволока 1,8 ГОСТ 2246-70	Для сварки и наплавки стали.	ГОСТ 2246-70,10543-98, Сталь 30ХГСА	Сварочная проволока	1шт. бухта
<b>на 2024 год</b>				
Инвертор сварочный полуавтомат ULTIMATE 500 INDUSTRIAL (закрытый подающий) 	Сварочный инверторный аппарат – это максимально производительные инверторные источники для полуавтоматической сварки MIG/MAG, а также для полноценной сварки MMA во всем диапазоне.	Вес брутто: 42 кг. Возможность сварки алюминия: нет. Габариты без упаковки (ДхШхВ): 650х310х640 мм Диаметр сварочной проволоки: 1.0; 1.2; 1.6 мм.	Состав комплекта: - сварочный полуавтоматический инверторный аппарат – 1 шт.; - держатель электрода с кабелем 4м*70 мм <sup>2</sup> – 1 шт.; - горелка MIG 36 KD 3м – 1 шт.; - клемма заземления с кабелем 4м*70 мм <sup>2</sup> – 1 шт.; - внешний подающий механизм SB10-F1 шт.; - коннектор-удлинитель к SB10-F 15м – 1 шт.; - инструкция по эксплуатации – 1 шт.	1
Маска для работы с лазерной сваркой 	Профессиональная защитная прозрачная маска для лазерной сварки, шлем, электронное зеркальное затемнение для резки и маркировки.	Модель: затемняющая защитная маска. Материал: литой пластик. Стиль: головные уборы. Размер: 32 в длину и 23 в ширину (см). Сфера использования: защита от сварки. Цвет: маска большого ПК затемняющая, маска небольшого ПК затемняющая.	Маска для работы с лазерной сваркой.	1
Электроды марки МРЗ	Электроды с рутиловым покрытием, предназначены для ручной дуговой сварки.	Коэффициент наплавки – 8,5 г/А·ч. Расход стержня на 1 кг наплавленного материала – 1,7 кг. Объем разбрызгиваемого при сварке металла – 9-13%. Ударная вязкость металла шва – 8 кгс·м/см <sup>2</sup> .	Электроды	6 кг
Электроды марки УОНИ13-53	Электроды с основным покрытием	Диаметр электрода 3 мм; длина электрода 350 мм;	Электроды	6 кг

	для ручной дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей.	максимальный сварочный ток 150 А; минимальный сварочный ток 80 А.		
<p>Силовые гидравлические тиски</p> 	<p>Силовые тиски гидравлические вертикального и бокового позиционирования серии VQCV используются для закрепления заготовок на фрезерных станках и обрабатывающих центрах. Тиски могут использоваться в горизонтальном, в вертикальном и боковом положении. Тиски выпускаются в правостороннем и левостороннем исполнении.</p>	<p>Материал тисков: Чугун. Особенности тисков: гидравлические неповоротные станочные (машинные) прецизионные (высокоточные). Усилие зажима, кг: 4000. Рабочий ход, Smax: 140.</p>	<p>Состав комплекта:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- трехточечный ключ для торцевых головок (рукоятка) с головкой (1 шт.);</li> <li>- шпонки (2 шт.) и винты (2 шт.);</li> <li>- прижимы (4 шт.);</li> <li>- заглушки (8 шт.);</li> <li>- руководство по эксплуатации.</li> </ul>	1
<b>на 2025 год</b>				
<p>Фрезерно-сверлильный станок Stalex BF50PF</p> 	<p>Станок предназначен для фрезерования, растачивания, сверления под различными углами металлов и расплаемых пластмасс. Мощный 2-х ступенчатый двигатель, рассчитанный на непрерывную работу. Массивная конструкция из серого чугуна гарантирует работу без вибраций. Направляющие в виде ласточкиного хвоста гарантируют устойчивость и точность перемещения. Точное перемещение пиноли шпинделя. Конические подшипники шпинделя. Возможность наклона фрезерной головки вправо/влево. Функция резбонарезания. Автоподача по оси X. Автоподача пиноли шпинделя по оси Z. Механизированный привод по оси Z.</p>	<p>Вес 480 кг. Макс. диаметр сверления (Чугун/Сталь3) 45/32 мм. Макс. диаметр резбонарезания (чугун/сталь) M16/M12. Макс. диаметр торцевого фрезерования 80 мм. Макс. диаметр концевой фрезы 32 мм. Макс. диаметр растачивания 100 мм. Частота вращения шпинделя – 75-3200 об/мин. Диапазон вертикальных автоподач 0,12/0,18/0,25. Конус шпинделя ISO30. Зажимная тяга (штревель) M12. Ход пиноли шпинделя 120 мм. Диапазон наклона фрезерной головки, влево/вправо ± 45°. Расстояние шпиндель-стол 460 мм. Расстояние ось шпинделя – колонна 260 мм. Общая высота тумбы 1100 мм. Размер стола 800x240мм. Ход стола по оси XxYxZ – 560x190x350 мм. Т-образный паз – 14 мм. Напряжение сети 380 В. Мощность двигателя 1,5 кВт. Габаритные размеры упаковки (ДхШхВ) 1240x930x2100 мм.</p>	<p>Состав комплекта:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- зажимная тяга M12;</li> <li>- сверлильный патрон B16;</li> <li>- оправка сверлильного патрона ISO30/B16;</li> <li>- переходная оправка ISO30/MT2;</li> <li>- подставка;</li> <li>- система СОЖ;</li> <li>- лампа местного освещения LED УЦИ по 3-м осям (Sino);</li> <li>- автоподача по оси X;</li> <li>- автоподача пиноли шпинделя по оси Z;</li> <li>- инструмент для обслуживания;</li> <li>- инструкция по эксплуатации;</li> <li>- деталировка.</li> </ul> <p>Изготовлен по стандартам CE. Электрокомпоненты Siemens.</p>	1
Сварочный	Сварочный аппарат	Режим MIG –	Состав комплекта:	1

<p>аппарат САИПА-500</p> 	<p>инверторный полуавтоматический – современный инверторный полуавтомат, изготовлен по передовой IGBT технологии.</p>	<p>полуавтоматическая сварка в среде инертных газов. Режим MAG – полуавтоматическая сварка в среде активных газов. Режим MMA – ручная дуговая сварка электродом на постоянном токе. Режим FCAW – полуавтоматическая дуговая сварка порошковой проволокой, рекомендуется подключение: прямая полярность, газ не требуется. Смена полярности. Режим 2Т/4Т – двух и четырехтактный режимы включения и выключения сварочного тока. Данная функция позволяет не держать нажатой кнопку на горелке при сварки продолжительных швов. Функция VRD – снижение напряжения холостого хода до безопасного уровня.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- инверторный сварочный аппарат – 1 шт.;</li> <li>- устройство подачи проволоки – 1 шт.;</li> <li>- тележка транспортная в сборе с ящиком для инструментов – 1 шт.;</li> <li>- кабель с горелкой в сборе, 3 м – 1 шт.;</li> <li>- кабель заземления в сборе, 3 м – 1 шт.;</li> <li>- сварочный кабель 3 м – 1 шт.;</li> <li>- газовая трубка 4м + ключ к ней + 2 зажима;</li> <li>- комплект запасных роликов и насадок;</li> <li>- комплект ЗИП;</li> <li>- колеса – 4 шт.;</li> <li>- соединительные провода: сварочный инвертор – устройство подачи проволоки 3 м – 2 шт. (сигнальный и силовой провод);</li> <li>- паспорт.</li> </ul>	
<b>на 2026 год</b>				
<p>Тренажер сварщика Lincoln Electric VRTex 360</p> 	<p>Тренажер сварщика Lincoln Electric VRTex 360 используется для обучения основным приемам и навыкам проведения различными способами сварки.</p>	<p><a href="https://svarma.ru/product/virtually-trenazher-svarshchika-lincoln-electric-vrtex-360-standartnaya-chastota.html">https://svarma.ru/product/virtually-trenazher-svarshchika-lincoln-electric-vrtex-360-standartnaya-chastota.html</a></p>	<p>Состав комплекта:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аппарат;</li> <li>- монитор с сенсорным экраном;</li> <li>- стенд.</li> </ul>	1
<p>Набор автоэлектрика Licota TCP-10352</p> 	<p>Позволяет выполнять следующие работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ремонт проводки;</li> <li>- обжим клемм;</li> <li>- проверку питания;</li> <li>- замену ламп;</li> <li>- замену предохранителей;</li> <li>- чистку клемм аккумулятора;</li> <li>- монтаж/демонтаж оборудования и проводки.</li> </ul>	<p>Количество предметов в наборе – 226 шт. Длина в упаковке – 170 мм. Ширина в упаковке – 50 мм. Высота в упаковке – 250 мм. Вес – 1.367 кг. Объем – 0.00213 м³.</p>	<p>Набор автоэлектрика 226 предметов.</p>	1
<b>на 2027 год</b>				
<p>Trisco Creader VСчитыватель кодов неисправностей автомобиля</p> 	<p>Чтение и стирание кодов неисправностей системы управления двигателем. Просмотр описаний кодов ошибок. Считывание потоков данных силового агрегата. Чтение информации об</p>	<p>Способы подключения: стандартный OBDII разъем. Поддерживаемые протоколы: ISO-9141, KWP2000, SAE J1850, CAN BUS. Рабочее напряжение: 8-32 В. Дисплей: 2.8' цветной ЖКИ дисплей. Среднее потребление: 35 мА. Температура хранения: 20°C до 70°C. Рабочая</p>	<p>Состав комплекта:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Creader VI;</li> <li>- инструкция пользователя;</li> <li>- Адаптер USB – mini USB.</li> </ul>	1

	автомобиле. Тест системы отработавших газов EGR. Отображение текущих параметров силового агрегата.	температура: 0°С до 50°С. Размеры: 26x82x121 мм. Вес: менее 500 г (с упаковкой). Просмотр «стоп-кадра» данных. Тест датчика кислорода O <sub>2</sub> .		
--	--	--	--	--

# Научно-учебная лаборатория «САПР в машиностроении», 304/4

## 1 Техническая характеристика лаборатории

Научно-учебная лаборатория «САПР в машиностроении» предназначена для изучения современных программных продуктов и комплексов для выполнения чертежно-конструкторских работ методом автоматизированного проектирования, для подготовки производства и конструирования, а также управления инженерными данными; для автоматизации процессов, непосредственно связанных с проектированием и разработкой технологических процессов; применение технологий цифровых двойников, изучение методов 3D моделирования, прототипирования и реверс-инжиниринга.

Характеристики лаборатории:

- габаритные размеры – 49,7 м<sup>2</sup>;
- наличие посадочных мест – 10/16;
- стол преподавателя – 1 шт.;
- стол компьютерный – 10 шт.;
- стол аудиторный – 8 шт.;
- стул – 26 шт.;
- доска меловая трехстворчатая – 1 шт.;
- кондиционер – 1 шт.;
- жалюзи вертикальные – 3 шт.

Укомплектованность лаборатории:

- ПО Pro/ENGINEER – 2009 г. (ПП лицензионный);
- ПО КОМПАС-3D V-13 – 2013 г. (ПП лицензионный);
- ПО Labview 9 на 10 раб. станций – 2010 г. (ПП лицензионный);
- Компьютерный класс для специализированной лаборатории – (10 машин + сервер) – 2010 г.

## 2 Дисциплины по образовательным программам кафедры, изучаемые в лаборатории

Научно-учебная лаборатория «САПР в машиностроении» предназначена для проведения учебных занятий и научно-исследовательских работ по ОП 6В07101 «Машиностроение», 6В07105 «Транспорт, транспортная техника и технологии», 7М07101 (7М07111) «Машиностроение», 7М07105 (7М07112) «Транспорт, транспортная техника и технологии», 6В07502 «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)», 7М07501(7М07504) «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» и 7М07502 «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)», 8D07101 «Машиностроение» и 8D07105 «Транспорт, транспортная техника и технологии» кафедры «Транспорт и машиностроение» по следующим дисциплинам: Создание цифровых двойников машиностроения современными программными средствами, Основы 3D моделирования, CAD/CAM/CAE и реверс инжиниринг, Инженерный анализ в промышленности, Моделирование и исследование робототехнических систем, Прототипирование манипуляционных промышленных роботов, Научно-исследовательская работа, Методы моделирования технологических процессов в машиностроении, Оценка прочности и надежности объектов в машиностроении на основе математического моделирования. Компьютерные программы для проектирования объектов в машиностроении, Современные компьютерные технологии.

### 3 Перечень ремонтных работ, необходимых в лаборатории

Научно-учебная лаборатория «САПР в машиностроении» согласно заявке, на проведение ремонтных работ была включена в бюджетный план СКУ им. М.Козыбаева на 2022-2023 г., требующая капитального ремонта. Перечень необходимых ремонтных работ в аудитории предоставлен в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень ремонтных работ в аудитории 304/4

№ п/п	Виды ремонтных услуг	Ед. изм.	Объём
1	Замена и установка двойных эл. розеток	шт.	10
2	Замена и установка выключателей	шт.	1
3	Установка навесного потолка	м <sup>2</sup>	49,7
4	Штукатурка, вытяжка и колеровка стен	м <sup>2</sup>	98,5
5	Покраска окон, подоконников, труб, батарей в светлых тонах	м <sup>2</sup>	48,4
6	Замена линолеума и установка пластиковых плинтусов	м <sup>2</sup>	49,7
7	Демонтаж и замена вентиляционных решёток	шт.	2
8	Установка жалюзей	шт.	3
9	Демонтаж и замена двупольной двери	шт.	1

### 4 Предлагаемые способы финансирования

Из средств вуза, гранты Комитета по обеспечению качества в сфере образования МНВО РК, привлечение инвесторов производства.

### 5 План развития и модернизации материально-технической базы лаборатории (перечень оборудования необходимого для закупа)

План развития и модернизации материально-технической базы научно-учебной лаборатории «САПР в машиностроении» представлен в таблице 6.

Таблица 6 – План развития и модернизации МТБ

Наименование оборудования (марка)	Описание	Техническая характеристика оборудования	Комплектующие	Кол-во экспонатов
<b>на 2023 год</b>				
Компьютер	Для установки программного обеспечения.	Дисплей: 3840 x 2160 (FullHD), 16:9 Процессор: Intel Core i5-12th многоядерный процессор (6 ядра и больше) с тактовой частотой 2,5 ГГц и выше. Видеокарта: NVIDIA GeForce GTX 1650 S с поддержкой OpenGL 4.5, с 4 ГБ FullHD, видеопамати и более, пропускная способность видеопамати — 100 ГБ/с и более. Память: Объем оперативной памяти: ≥32 GB; 256 GB SSD. Интерфейсы: HDMI, USB Type C, USB 3.2 Gen2, USB 3.2 Gen1, USB 2.0, Jack 3.5 mm. Операционная система: Windows до текущей версии	Состав комплекта: 1. Системный блок. 2. Монитор. 3. Клавиатура. 4. Мышка. 5. Документация.	10
<b>на 2024 год</b>				
ПО: – Компас 3D; – AutoCAD; – MS Office.	Программное обеспечение для решения инженерных задач.	Компас 3D до актуальной версии. AutoCAD Inventor до актуальной версии. MS Office до актуальной версии.	Состав комплекта: 1. ПО с библиотеками и приложениями для машиностроительной конфигурации; 2. руководство по эксплуатации; 3. паспорт.	50 10 10

Led-телевизор	Для проведения практических презентационных работ.	Диагональ экрана, см – 32" (81 см). Разрешение экрана – 1366x768 HD Ready. Поддержка технологии "Smart TV" – Да. Технология – LED.	Состав комплекта: 1. Led-телевизор; 2. руководство по эксплуатации; 3. паспорт.	1 1 1
Ноутбук	Для проведения практических презентационных работ на Led-телевизоре.	Диагональ – 15.6". Разрешение, pix 1920x1080 (Full HD). Поверхность дисплея антибликовая. Модель процессора amd ryzen 7. Код процессора amd 6800h. Базовая частота, GHz – 3,2. Частота в режиме turbo, GHz – 4,7. Объем памяти, МВ – 16384. Объем ssd накопителя, Gb – 512. Модель видеокарты nvidia geforce rtx 3050. Объем видеопамяти, Mb – 4096. Интерфейсы: hdmi, usb type c, usb 3.2 gen2, usb 3.2 gen1, usb 2.0, jack 3.5 mm.	Состав комплекта: 1. ноутбук; 2. руководство по эксплуатации; 3. паспорт.	1 1 1
<b>на 2025 год</b>				
ПО: – AutoCAD Inventor; – SolidWorks; – Creo/CreoParametric.	Программное обеспечение для решения инженерных задач.	AutoCAD Inventor до актуальной версии. SolidWorks до актуальной версии. Creo/CreoParametric до актуальной версии.	Состав комплекта: 1. ПО; 2. руководство по эксплуатации; 3. паспорт.	10 10 10
<b>на 2026 год</b>				
3D-принтер	Для решения задач аддитивных технологий.	3D-принтер с подогревом стола и возможностью печати материалами: PLA, ABS, TPU, PETG, SILK, NYLON/	Состав комплекта: 1. 3D-принтер, 2. Расходные материалы: PLA, ABS, TPU, PETG, SILK, NYLON	1 1, 1 1, 1, 1 1
<b>на 2027 год</b>				
ПО: – AutoCAD Inventor; – SolidWork; – Creo/CreoParametric.	Обновление программного обеспечения для решения инженерных задач.	AutoCAD Inventor до актуальной версии. SolidWorks до актуальной версии. Creo/CreoParametric до актуальной версии.	Состав комплекта: 1. ПО; 2. руководство по эксплуатации; 3. паспорт.	10 10 10



# **Научно-исследовательская лаборатория «Роботизированные системы в промышленности», № 236/УЛК**

## **1 Техническая характеристика лаборатории**

Научно-исследовательская лаборатория «Роботизированные системы в промышленности» предназначена для получения деталей сложной проектной конфигурации; для реализации образовательных программ, связанных с мехатроникой и искусственным интеллектом; для проведения исследований, связанных с роботизированными комплексами и проведения исследований в сфере цифровых технологий и инженерии данных.

Характеристики лаборатории:

- габаритные размеры – 75,6 м<sup>2</sup>;
- наличие посадочных мест – 6;
- книжные шкафы – 2 шт.;
- стол учебно-лабораторный – 2 шт.;
- стол преподавателя – 1 шт.

Укомплектованность лаборатории:

- Робот-манипулятор KUKA KR (роботизированная ячейка) в комплекте со SMART PAD – 2022 г.;
- Сварочный робот KUKA в комплекте со сварочным оборудованием – 2022 г.;
- Телевизор сенсорный – 2022 г.

## **2 Дисциплины по образовательным программам кафедры, изучаемые в лаборатории**

Научно-исследовательская лаборатория «Роботизированные системы в промышленности» предназначена для проведения учебных занятий по ОП 6B07101 «Машиностроение», 6B07105 «Транспорт, транспортная техника и технологии», 7M07101 (7M07111) «Машиностроение», 7M07105 (7M07112) «Транспорт, транспортная техника и технологии», 8D07101 «Машиностроение» и 8D07105 «Транспорт, транспортная техника и технологии» кафедры «Транспорт и машиностроение» по следующим дисциплинам: Разработка технологических процессов и подготовка управляющих программ при изготовлении деталей на станках с числовым программным управлением, Механизмы преобразования и передачи энергии в металлорежущих станках, Моделирование и исследование робототехнических систем, Прототипирование манипуляционных промышленных роботов, Мехатронное оборудование автоматизированного производства, Роботизация сварочного производства, Применение роботизированных комплексов в сварке, Современное оборудование и средства автоматизации процессов производства технологических машин, Мехатронные системы рекуперативного действия, Научно-исследовательская работа, Исследовательская практика.

## **3 Перечень ремонтных работ, необходимых в лаборатории**

Научно-исследовательская лаборатория «Роботизированные системы в промышленности» находится в учебно-лабораторном корпусе (УЛК). Данный корпус был введён в эксплуатацию в 2021 году. Ремонтные работы не требуются.

## **4 Предлагаемые способы финансирования**

Из средств вуза, гранты Комитета по обеспечению качества в сфере образования МНВО РК, привлечение инвесторов производства.

## 5 План развития и модернизации материально-технической базы лаборатории (перечень оборудования необходимого для закупки)

План развития и модернизации материально-технической базы научно-исследовательской лаборатории «Роботизированные системы в промышленности» представлен в таблице 7.

Таблица 7 – План развития и модернизации МТБ

Наименование оборудования (марка)	Описание	Техническая характеристика оборудования	Комплектующие	Кол-во экспонатов, шт.
<b>на 2023 год</b>				
Сварочная проволока 1,8 ГОСТ 2246-70	Для сварки и наплавки стали.	ГОСТ 2246-70,10543-98, Сталь 30ХГСА	Сварочная проволока	1шт. бухта
Газ Аргон в баллонах	Аргон успешно применяется в сварочных работах.	Газ Аргон в баллонах Ф-1117.	Газ Аргон в баллонах	2
Маска сварщика «Хамелеон»	«Хамелеон» защищает глаза не только от сварочной дуги, но и от вредного излучения раскаленного металла, солнца и бликов света при работе на открытом пространстве. Регулировка затемнения позволяет также работать с болгаркой прямо в маске.	Техническая характеристика: - 4 оптических датчика; - увеличенная площадь светофильтра; - высший оптический класс светофильтра 1/1/1/1; - комфортная сварка в режимах MMA, MIG-MAG, TIG, TIG PULSE и сварка на малых токах - солнечная батарея светофильтра; - съёмный элемент питания, для быстрой и лёгкой замены в случае необходимости; - отличная балансировка и широкий диапазон настроек крепления наголовника для комфортной длительной работы.	Маска сварщика «Хамелеон»	2
<b>на 2024 год</b>				
ПО: – Компас 3D; – AutoCAD; – MS Office.	Программное обеспечение для решения инженерных задач.	Компас 3D до актуальной версии. AutoCAD Inventor до актуальной версии. MS Office до актуальной версии.	Состав комплекта: 1. ПО с библиотеками и приложениями для машиностроительной конфигурации; 2. руководство по эксплуатации; 3. паспорт.	10 10 10
<b>на 2025 год</b>				
5-ти координатный фрезерный станок с ЧПУ – UM 500V5 	Предназначен для обработки простых и сложных поверхностей методом фрезерования, сверления, растачивания, сложнопрофильных поверхностей с применением обработки по пяти координатам одновременно.	Техническая характеристика: - размер стола – 500 мм; - максимальный диаметр обработки 640 мм - максимальный размер заготовки 730x450 мм; - максимальный ход по оси X 1000 мм; - максимальный ход по оси Y 650 мм; - максимальный ход по оси Z 470 мм; - максимальный ход по оси A от +30° до -120° град;	Состав комплекта: - система ЧПУ Fanuc 18i-M; - RS232 интерфейс; - функция жесткого нарезания резьбы; - 10,4" цветной LCD монитор + manual guide I; - стандартная система подачи СОЖ; - трехцветный индикатор режимов работы (лампа);	1 1 1 1 1 1



		610; - макс. Ø обработки, мм 450; - макс. длина обработки, мм 610; - макс. Ø прутка, мм 75.	- полное ограждение X/Z осей; - система автоматической смазки; - трехцветная сигнализация режимов работы станка; - конвейер для стружки и тележка для стружки; - стандартный набор комплекта сырых и закаленных кулачков; - инструмент для установки станка; - инструкции по эксплуатации на английском и русском языке; - инструкции по программированию Fanuc.	1 1 1 1 1 1 1 1
<b>на 2027 год</b>				
ПО: – AutoCAD Inventor; – SolidWork; – Creo/CreoParametric.	Обновление программного обеспечения для решения инженерных задач.	AutoCAD Inventor до актуальной версии. SolidWorks до актуальной версии. Creo/CreoParametric до актуальной версии.	Состав комплекта: 1. ПО; 2. руководство по эксплуатации; 3. паспорт.	10 10 10

# **Научно-исследовательская лаборатория «Центр инновационных методов получения деталей сложной конфигурации», цокольный этаж/УЛК**

## **1 Техническая характеристика лаборатории**

Научно-исследовательская лаборатория «Центр инновационных методов получения деталей сложной конфигурации» предназначена для изучения аддитивных технологий, методов прототипирования на базе технологий 3D – сканирования, обработки, моделирования объектов сложной геометрии, визуализации и 3D печати высокоточных изделий из полимерных пластиков и металлов.

Характеристики лаборатории:

- габаритные размеры – 87,5 м<sup>2</sup>;
- тумба инструментальная – 1 шт.;
- стол-верстак – 2 шт.;
- вентиляция вытяжная – 1 шт.

Укомплектованность лаборатории:

- Сито для порошка – 1 шт.;
- Халаты антистатические – 5 шт.;
- Костюм пожарной безопасности – 2 шт.

## **2 Дисциплины по образовательным программам кафедры, изучаемые в лаборатории**

Научно-исследовательская лаборатория «Центр инновационных методов получения деталей сложной конфигурации» предназначена для проведения учебных занятий по ОП 6В07101 «Машиностроение», 7М07101 (7М07111) «Машиностроение», 8Д07101 «Машиностроение», 6В07502 «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)», 7М07501(7М07504) «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» и 7М07502 «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)» кафедры «Транспорт и машиностроение» по следующим дисциплинам: Основы систем автоматизированного проектирования, Аддитивные технологии 3D принтинга, Основы 3D моделирования, Научно-исследовательская работа, Исследовательская практика, Современные методы повышения надежности машин, Методы моделирования технологических процессов в машиностроении.

## **3 Перечень ремонтных работ, необходимых в лаборатории**

Научно-исследовательская лаборатория «Центр инновационных методов получения деталей сложной конфигурации» находится в учебно-лабораторном корпусе (УЛК). Данный корпус был введен в эксплуатацию в 2021 году. Ремонтные работы не требуются.



## **4 Предлагаемые способы финансирования**


Из средств вуза, гранты Комитета по обеспечению качества в сфере образования МНВО РК, привлечение инвесторов производства.

## **5 План развития и модернизации материально-технической базы лаборатории (перечень оборудования необходимого для закупа)**

План развития и модернизации материально-технической базы научно-исследовательской лаборатории «Центр инновационных методов получения деталей сложной конфигурации» представлен в таблице 8.

Таблица 8 – План развития и модернизации МТБ

Наименование оборудования (марка)	Описание	Техническая характеристика оборудования	Комплектующие	Кол-во экспонатов, шт.
<b>на 2023 год</b>				
<p>3D принтер HBD-350</p> 	<p>3D-принтер – это технология, которая позволяет создавать реальные объекты из цифровой модели.</p>	<p>Дополнительные возможности – встроенная герметичная система, автоматический контроль содержания кислорода, рециркуляционная очистка и коэффициент сбора <math>\geq 99\%</math>.</p> <p>Техническая характеристика:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- минимальная ширина дорожки – 70 мкм;</li> <li>- мощность лазера – 500 Вт/ 500 Вт × 2;</li> <li>- технология печати – SLM;</li> <li>- точность печати – 0,05 – 0,2 мм;</li> <li>- скорость сканирования – <math>\leq 10000</math> мм/с;</li> <li>- плотность – почти 100%;</li> <li>- область печати – 325x325x400 мм;</li> <li>- толщина слоя, мкм – 30-100;</li> <li>- основной материал – нержавеющая сталь, кобальт-хромовый сплав, инструментальная сталь, титановый сплав, высокотемпературный сплав, хастеллой и некоторые драгоценные металлы;</li> <li>- вес, кг – 2200.</li> </ul>	<p>Состав комплекта:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3D принтер HBD-350;</li> <li>- ПО HBD Build Expert;</li> <li>- ПО Voxel dance Additive;</li> <li>- сито для порошка;</li> <li>- халаты антистатические;</li> <li>- костюм пожарной безопасности;</li> <li>- документация.</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>5</p> <p>2</p> <p>1</p>
<b>на 2024 год</b>				
<p>Ленточнопильный станок JET J-349V</p> 	<p>Ленточнопильный станок, способный пилить заготовку диаметром 125 мм и, при этом, переносится с место на место, т.к. вес станка составляет всего 19 кг. Станок подойдёт для небольших производств, при строительных объектах, для частного применения в быту.</p>	<p>Техническая характеристика:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- напряжение 230 В;</li> <li>- резка под углом (диапазон поворота пильной рамы) <math>0^\circ/+60^\circ</math>;</li> <li>- макс. Ø обработки при <math>90^\circ</math> - Ø 125 мм;</li> <li>- мощность двигателя 1 кВт;</li> <li>- зона обработки при <math>90^\circ</math> - Ø 125 мм, □ 125x125 мм;</li> <li>- зона обработки при <math>+45^\circ</math> вправо Ø 80 мм, □ 80x80 мм;</li> <li>- зона обработки при <math>+60^\circ</math> вправо Ø 50 мм, □ 50x50 мм;</li> <li>- размеры ленточного полотна 13x0,65x1441 мм;</li> <li>- скорость движения полотна, м/мин 30-80, плавно;</li> <li>- ширина ленточного полотна 13 мм;</li> <li>- длина 650 мм; высота 450 мм;</li> <li>- масса 21 кг;</li> <li>- длина в упаковке 74 см;</li> <li>- ширина в упаковке 46 см;</li> <li>- высота в упаковке 48 см;</li> <li>- масса в упаковке 23 кг.</li> </ul>	<p>Ленточнопильный станок JET J-349V</p>	<p>1</p>
<b>на 2025 год</b>				
<p>ПО: – AutoCAD Inventor; – SolidWorks; – Creo/CreoPa</p>	<p>Программное обеспечение для решения инженерных задач.</p>	<p>AutoCAD Inventor до актуальной версии. SolidWorks до актуальной версии. Creo/CreoParametric до актуальной версии.</p>	<p>Состав комплекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ПО;</li> <li>2. руководство по эксплуатации;</li> <li>3. паспорт.</li> </ol>	<p>10</p> <p>10</p> <p>10</p>

rametric.				
<b>на 2026 год</b>				
<p>Электромуфельная печь с температурой нагрева до 110 0° С ЭКПС 500</p> 	<p>Для выполнения термической и высокотемпературной обработки материалов и металлов в воздушной среде.</p>	<p>- Техническая характеристика:  - объём рабочей камеры, дм3 – 500;  - размеры рабочей камеры мм, ширина x высота x глубина – 600x1050x840;  - максимальное время разогрева до максимальной рабочей температуры, мин., не более – 150;  - мощность, кВт – 20,0;  - напряжение сети, В – 380;  - габаритные размеры с автономной вытяжкой, мм не более ширина x высота x глубина – 50x1600x1410;  - габаритные размеры без автономной вытяжки, мм не более ширина x –950x1600x1410;  - масса, не более, кг – 500;  - температура окружающей среды при эксплуатации, 0С – +10...+35</p>	<p>Состав комплекта:  Электромуфельная печь с температурой нагрева до 110 0° С ЭКПС 500</p>	1
<b>на 2027 год</b>				
<p>ПО:  - HBD Build Expert;  - Voxel dance</p>	<p>Обновление программного обеспечения для решения инженерных задач.</p>	<p>HBD Build Expert до актуальной версии;  Voxel dance до актуальной версии.</p>	<p>Состав комплекта:  1. ПО;  2. руководство по эксплуатации;  3. паспорт.</p>	1  1 1