

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка конструкции автотренажера для обучения водителей

Обучающийся

С.А. Кабылкин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Бакалаврская работа посвящена разработке автотренажера для отработки моторных навыков водителей. Актуальность темы обусловлена резким снижением объема предложений на рынке тренажерного оборудования из-за введения торговых ограничений и санкции частью стран мирового сообщества, а также значительным повышением цен на оборудование. Самостоятельное проектирование и разработка стендов для собственных нужд вновь получает широкое распространение на предприятиях в Российской Федерации.

В первом разделе проведены основные расчеты по учебному классу автошколы, определены параметры проектируемого класса, составлено штатное расписание, подобран комплект оборудования и инструмента для участка, предложена оптимальная схема его размещения по участку.

Во втором разделе, являющимся для данной работы основным, проведена оценка современного конструкторского и технологического уровня оборудования, а также рассмотрены имеющиеся в продаже аналоги. От лица заказчика работ и инженера-проектировщика оформлено техническое задание и техническое предложение на автотренажер. В ходе проектирования стенда выполнен выбор необходимых покупных изделий, агрегатов и деталей с заданными характеристиками, проведены требуемые расчеты.

В третьем разделе оптимизирована существующая технология обучения курсантов в автошколе при помощи самостоятельно спроектированного оборудования. Составлена техкарта выполнения работ.

В четвертом разделе проекта проанализированы возможные вредные и опасные производственные факторы, которые могут возникнуть в класса. С целью обеспечения безопасного для здоровья курсантов выполнения работ предложен комплекс мероприятий уменьшающих их воздействие.

Содержание

Введение.....	5
1 Проект производственного участка	7
1.1 Исходные данные.	7
1.2 Основные расчеты по участку.....	8
1.3 Табель технологического оборудования. Размещение оборудования на участке.....	10
2 Проектирование перспективного оборудования для проведения ТО и Р автомобилей.....	15
2.1 Анализ доступных в продаже аналогов и выбор наиболее перспективного прототипа.....	15
2.1.1 Оценка современного конструкторского и технологического уровня стендов для разборки автомобильных стоек	15
2.1.2 Выбор наиболее значимых технологических параметров стендов для комплексного анализа.....	18
2.1.3 Подбор моделей оборудования для проведения анализа на основе информации из доступных источников.....	19
2.1.4 Выбор наиболее перспективного прототипа.....	22
2.2 Оформление технического задания от лица заказчика работ	26
2.3 Оформление технического предложения от лица поставщиков оборудования.....	31
2.4 Расчеты и подбор комплектующих	38
3 Технология проведения работ на спроектированном оборудовании	43
3.1 Состояние вопроса	43
3.2 Технологическая карта	44
4 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности технологического оборудования и операций производимых при его помощи	48

4.1 Конструкция разработанного оборудования, характеристика техпроцессов.....	48
4.2 Выявление профессиональных рисков при работе на спроектированном оборудовании	50
4.3 Рекомендации по безопасной работе при выполнении основного техпроцесса.....	52
4.4 Пожарная и экологическая безопасность	53
Заключение	55
Список используемой литературы и используемых источников.....	57
Приложение А Спецификация на оборудование	61

Введение

Последние несколько лет стали неблагоприятными как для внутреннего автомобильного рынка в нашей стране, так и для рынка услуг по транспортировке грузов и пассажиров и автомобильному сервису. Наметившейся тенденции восстановления спроса на автомобили помешала неожиданно начавшаяся в 2019-2020 международная пандемия коронавируса. Введенные ограничения и локдаун на крупных промышленных предприятиях привели к дефициту товарных автомобилей и комплектующих на фоне резкого падения спроса из-за резкого падения доходов населения. К концу 2021 года рынок сумел восстановиться – по итогам года наблюдался 3% рост относительно прошлого года: всего было реализовано около 1540000 легковых автомобилей. Также стабилизировалось общее число официальных дилерских центров, прервав пятилетнюю тенденцию к сокращению.

24 февраля 2022 года Россия начала военную операцию в Украине. В ответ на нее ряд государств в отношении нашей страны запустил экономические санкции, которые в той или иной степени негативно влияют на российский автопром и авторынок. Ситуация кардинально поменялась не только на автомобильном рынке, но и на тесно связанном с ним рынке автосервисного оборудования.

Объем предложений на рынке автосервисного оборудования сильно уменьшился из-за введения торговых ограничений и санкции частью стран мирового сообщества, значительно возросли цены. Также большинство ПАТ столкнулись с финансовыми ограничениями, вызванными возросшими эксплуатационными расходами и увеличивающейся стоимостью запасных частей и эксплуатационных материалов. Теперь выделить значительные средства на закупку оборудования от иностранных поставщиков для них является неподъемной задачей. В этих условиях многие предприятия возвращаются к ранее использовавшейся практике самостоятельного

проектирования и изготовления несложного оборудования на своей производственной базе [2, 8].

«Известно, что автомобиль является потенциально опасным объектом и управление им процесс, требующий постоянного внимания за обстановкой на дороге, знания Правил дорожного движения, умений и навыков управления автомобилем и действий в аварийных ситуациях.

При этом именно от уровня обучения и подготовки водителей сильно зависит безопасность дорожного движения на дороге. В связи с этим возникает острая необходимость в организации учебных автошкол с глубокой подготовкой водителей не только по теоретической направленности, но и с упором на практическую подготовку как на автодроме, так и выработку первичных моторных навыков управления автомобилем определенной категории, в т.ч. приемы руления, приемы контраварийного вождения, действия в различных дорожных ситуациях» [9].

Наиболее действенным средством для достижения данной цели является использование различных автотренажеров в автошколах, которые позволяют побороть боязнь автомобиля, выработать и довести до автоматизма действия при выполнении различных маневров и движении автомобиля.

Существует большое число различных автотренажеров: от простых (только рулевое колесо) до сложных, с применением персональных компьютеров, мониторов и, даже, виртуальных кабин.

Для выполнения большинства необходимых задач в рамках дипломного проекта разрабатывается конструкция автотренажера, относящегося к тренажерам моторных навыков, по своему функционалу максимально приближенному к реальному автомобилю.

Цель данной бакалаврской работы - обосновать и разработать объемно-планировочное решение для учебного класса автошколы, подобрать необходимое оборудование, а также спроектировать автотренажер, призванный повысить качество и эффективность обучения.

1 Проект производственного участка

1.1 Исходные данные

Автошколы являются одним из важнейших звеньев в подготовке профессиональных водителей различных категории. При этом от качества образовательных услуг зависит полнота, эффективность передачи теоретических и практических знаний курсантам.

Организация автошколы является весьма сложным и кропотливым процессом. При этом необходимо соблюсти ряд организационно-административных процедур в соответствии с набором основополагающих нормативно-законодательных актов. Кроме этого автошкола должна обладать учебными классами для теоретических занятий и отработки первичных навыков и собственным автодромом, который должен отвечать определенным требованиям.

Поскольку основной темой ВКР является проектирование оборудования технологический расчет проводим в усеченном виде и ограничиваемся расчетом учебного класса, на котором разрабатываемое оборудование будет располагаться и участвовать в техпроцессе. Необходимые данные приведены в задании на проектирование. Перенесем их в таблицу 1.

Таблица 1 – Параметры проектируемого учебного класса

Исходные данные	Заданное значение для расчетов
1	4
Трудоемкость работ в производственном подразделении, акад.ч.	$T_v = 1600$ акад.ч.
Рекомендуемый график работы	одна 8-ми часовая смена
Основные фонды времени работников ч.: - эффективный - номинальный	$\Phi_{эф} = 900$ ч. $\Phi_H = 980$ ч.

Также в данном подразделе определим основные типовые характеристики учебного класса, такие как назначение и специализация по видам услуг.

Учебный класс автошколы предназначен для проведения теоретических и практических занятий по отработке первичных навыков водительского мастерства для курсантов [17].

Рабочим персоналом учебного класса должно в полной мере обеспечиваться выполнение комплекса операций по обучению курсантов, а также некоторые вспомогательные операции. Рассмотрев типовые учебные классы алогичного назначения, технологические инструкции по ТО и Р автомобилей, а также иную специальную литературу, утверждаем следующий перечень работ:

- теоретическая подготовка курсантов;
- отработка практических навыков на автотренажере [17].

1.2 Основные расчеты по участку

Поскольку рабочих постов выбранном участке нет, расчетная часть будет содержать расчеты персонала и предварительный расчет площади.

«Определим штатное количество рабочих по формуле:

$$P_{шт} = \frac{T_i}{\Phi_{эф}}, \quad (1)$$

где T_i – трудоемкость работ в производственном подразделении, чел.-ч.;

$\Phi_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени одного производственного рабочего при односменной работе, ч.» [1].

«Явочное количество рабочих вычислим по формуле:

$$P_{я} = \frac{T_i}{\Phi_H}, \quad (2)$$

где T_i – трудоемкость работ в производственном подразделении, чел.-ч.;

$\Phi_{эф}$ – номинальный годовой фонд времени одного производственного рабочего при односменной работе, ч.» [1].

$$P_{шт} = \frac{1600}{900} = 1,78 \approx 2 \text{ чел.}$$

$$P_{я} = \frac{1600}{980} = 1,63 \approx 2 \text{ чел.}$$

«На работу принимаются сотрудники с профильным образованием по автомобильным направлениям подготовки. При рассмотрении кандидатур работников преимущество отдается имеющим опыт работы в сфере ремонта и обслуживания автотранспортных средств, а также прошедшим повышению квалификации за последние 2 года» [8].

Основная профессия работников и специализация сотрудников представлена в таблице 2. При подборе квалификации работников руководствуемся основными нормативными документами, а также сложностью выполняемых на участке работ.

Таблица 2 – Персонал участка

Профессия по квалификационному справочнику	Принятое на работу число специалистов	Основные должностные обязанности по квалификационному справочнику
1	2	3
Преподаватель автошколы	2	Чтение лекций курсантов, проведение практических занятий по отработке моторных навыков с курсантами

Кроме персонала перечисленного в таблице 2, по временным трудовым договорам или на практику допускается привлекать к работе учащихся автомобильных ВУЗов и учреждений СПО. Работу практикантов обязательно должен контролировать опытный наставник.

Рекомендуется организовать работу подразделения в 1 смену в течение 5-ти дневной рабочей недели. Такой график работы является наиболее удобным для большинства курсантов согласно проанализированной статистике. Устанавливается начало работы с 8 часов, конец обучения – 21 час. Необходимо соблюдать все требования предписанные трудовым законодательством и предоставить курсантам небольшие перерывы через каждые 2 академических часа, а также 45-минутный обеденный перерыв. График работы утверждается руководством автошколы и вывешивается на участке для всеобщего ознакомления [7, 8].

1.3 Табель технологического оборудования. Размещение оборудования на участке

«Подбор технологического оборудования, организационной и технологической оснастки для объекта проектирования осуществляется с учетом рекомендаций типовых проектов рабочих мест в автошколах, Руководства по диагностике и ремонту подвижного состава и Табеля гаражно-технологического и учебного оборудования.

Номенклатура и число отдельных видов оборудования для конкретного предприятия могут корректироваться с учетом специфики работы предприятия (принятых методов организации работ, числа постов, режима работ зон и участков и т.п.)» [4].

Планируя покупку оборудования необходимо тщательно проанализировать перечень технологических операций и услуг оказываемых на участке, в нашем случае он задан в подразделе 1.1.

Просматривая каталоги и сайты поставщиков оборудования, следует избегать недобросовестных производителей и отдавать предпочтение только проверенным фирмам с многолетней историей. Прежде всего, следует оценить:

- «опыт работы компании на рынке;
- стоимость и качество продукции;
- географическое расположение поставщика, удаленность от предприятия;
- налаженная и гибкая логистика;
- сроки поставки;
- широта ассортимента;
- условия оплаты, гарантии возврата и обмена некачественной продукции. Один из наиболее важных и обязательных критериев – поставщик должен предоставлять гарантийное и постгарантийное обслуживание» [3].

Скомплектованный табель оборудования располагается на первом чертеже проекта бакалавра вместе с планировкой участка, а также в таблице 3.

Таблица 3 – Подбор оборудования для участка

Наименование оборудования	Кол-во	Площадь занимаемая одной единицей, м ²	Площадь $F_{оборуд.}$ м ²
Доска мультимедийная	1	0,5	0,5
Видеопроектор	1	0,23	0,23
Автотренажер	10	1,2	12
Демонстрационное место преподавателя	1	0,01	0,01
Видеокамера	1	3,15	3,15
Стол преподавателя	1	1,19	1,19
Персональный компьютер	1	0,65	0,65
Стул	1	0,16	0,16
Шкаф	1	1	1

Поскольку чертеж производственного корпуса автошколы в работе не выполняется, перед тем как приступить к проработке планировки участка необходимо еще раз уточнить его площадь на основе выбранного оборудования и стендов.

«Аналитическим способом площадь подразделения уточним по суммарной площади оборудования и коэффициенту плотности его расстановки:

$$F_{np} = K_{пл} \cdot \sum F_{обор} , \quad (3)$$

где $\sum F_{обор}$ – суммарная площадь занимаемая оборудованием в плане подразделения, м²;

$K_{пл}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования» [21].

$$F_{np} = 2,0 \cdot 15,2 = 30,4 \approx 31 \text{ м}^2$$

Прежде чем приступать к планировке участка, просматриваем типовые планировочные решения, которые в большом количестве имеются в учебной и методической литературе по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта». Выбираем квадратную форму помещения как наиболее распространенную. Во внешних стенах запроектируем оконные проемы, чтобы обеспечить максимально возможный уровень естественного освещения рабочих поверхностей. Основное оборудование расставляем вдоль стен помещения либо вплотную к стене (верстаки, шкафы и т.д.), либо на расстоянии, обеспечивающем удобный доступ для обслуживания и ремонта. Порядок расстановки оборудования соответствует последовательностям технологических процессов на участке.

На чертеже показываем привязки оборудования к основным строительным элементам, основные строительные и габаритные размеры, рабочие места, места подвода ресурсов. Привязки указываем только для

стационарного оборудования, которое в процессе ремонта передвигать не требуется, если оборудование периодически необходимо перемещать – привязки не указываются.

Все выполненные работы по комплектованию участка оборудованием и схема расположения его в помещении учебного класса представлены на рисунке 1, который также выносится в виде чертежа на защиту ВКР.

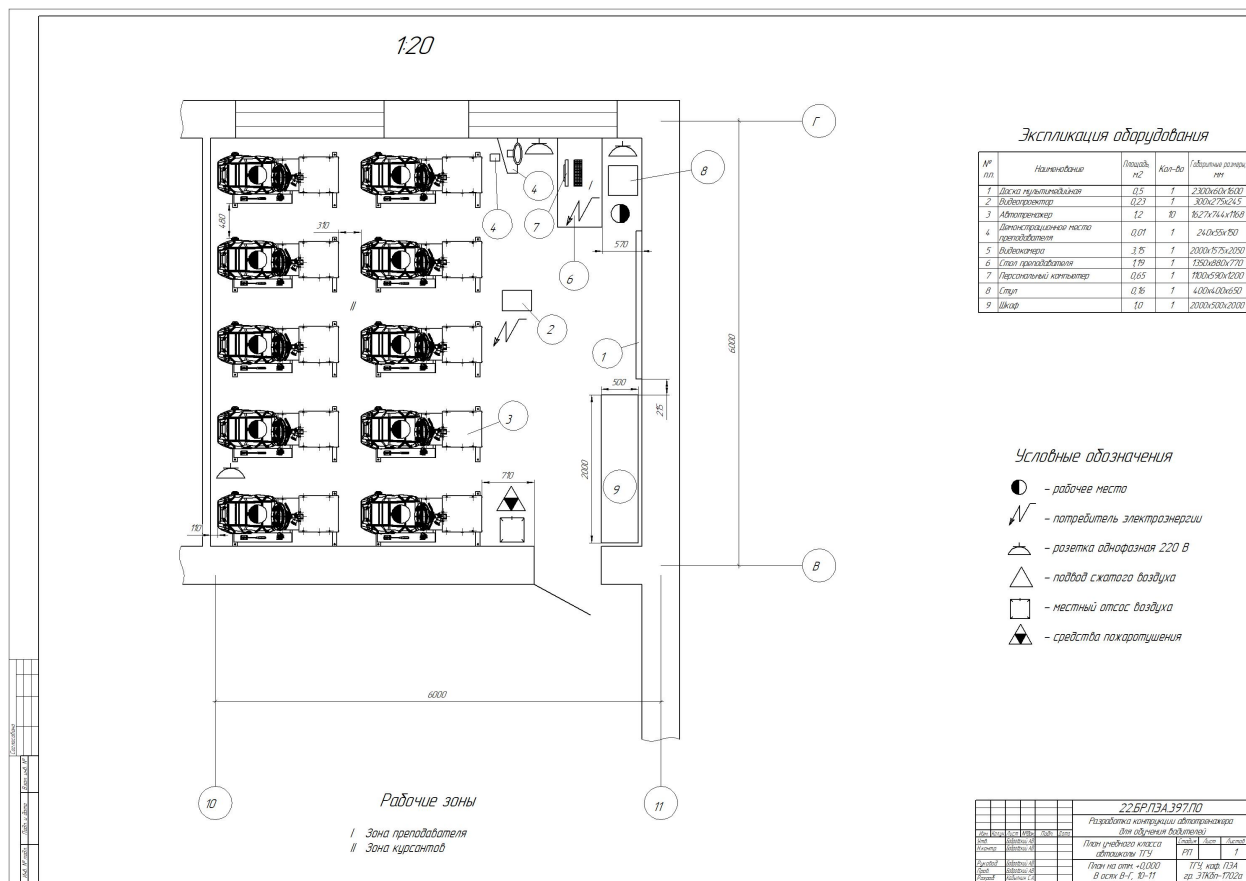


Рисунок 1 – Расстановка оборудования по участку

С проектной и экономической точки зрения наиболее значимым параметром для подсчета затрат на проект является минимально необходимая площадь помещения, которую необходимо закупить или арендовать для выполнения всех работ. Выполненные компоновочный чертеж позволяет нам с максимальной точностью определить данный параметр, поскольку габаритные размеры помещения замеряются

автоматически. Минимально необходимая площадь $F_{уч} = 36 \text{ м}^2$, именно такого размера помещение нам понадобится.

Класс содержит две зоны: зона преподавателя и зона курсантов.

Учебный класс автошколы снабжены вытяжной вентиляцией, имеется подвод электрического напряжения 220 В.

Выводы по разделу:

Итогом выполнения раздела является рабочий проект учебного класса для подготовки будущих водителей. Используя заданные параметры участка, выполнены расчеты персонала участка и необходимой производственной площади. Даны рекомендации по организации работ подразделения, а также квалификации нанимаемых работников. Особое внимание уделено комплектованию табеля технологического оборудования. По разделу также выполнен 1 лист графической части «Планировка производственного участка».

2 Проектирование перспективного оборудования для проведения ТО и Р автомобилей

2.1 Анализ доступных в продаже аналогов и выбор наиболее перспективного прототипа

2.1.1 Оценка современного конструкторского и технологического уровня станков для разборки автомобильных стоек

«Механизация технологических процессов ТО и ТР на ПАТ является одним из основных путей снижения затрат на поддержание работоспособности автомобилей и обеспечения высокого качества работ. При этом уменьшается численность ремонтных рабочих за счет снижения трудоемкости работ и улучшаются условия их труда.

Снижение трудоемкости работ по ТО и ТР достигается за счет сокращения времени выполнения соответствующих технологических операций в результате внедрения средств механизации» [24].

До недавнего времени большинство предприятий автомобильного транспорта предпочитали покупать оборудование у проверенных фирм-поставщиков. Рынок оборудования был перенасыщен предложениями и приобрести нужное оборудование удовлетворяющее потребителя как по цене, так и по своим техническим характеристикам не составляло труда. Проектирование и модернизации оборудования отошли на второй план и являлись прерогативой специализированных конструкторских мастерских и бюро.

Однако после начала спецоперации на востоке Украины в конце февраля 2022 года ситуация сильно изменилась. Объем предложений на рынке автосервисного оборудования сильно уменьшился из-за введения торговых ограничений и санкции частью стран мирового сообщества, значительно возросли цены. Также большинство ПАТ столкнулись с финансовыми ограничениями, вызванными возросшими эксплуатационными

расходами и увеличивающейся стоимостью запасных частей и эксплуатационных материалов. Теперь выделить значительные средства на закупку оборудования от иностранных поставщиков для них является неподъемной задачей. В этих условиях многие ПАТ возвращаются к ранее использовавшейся практике самостоятельного проектирования и изготовления несложного оборудования на своей производственной базе [2, 4, 11].

Прежде чем приступать к проектированию, работниками инженерных служб автосервиса необходимо оценить современный конструкторский и технологический уровень оборудования, а также рассмотреть имеющиеся в продаже аналоги.

В проектируемом в ВКР учебном классе автошколы должно быть расположено десять учебных автотренажеров для отработки первичных навыков управления автомобилем перед началом практических занятий на автодроме. Ввиду специфики обучения на автотренажере должны отрабатываться приемы руления, знакомство с основными органами управления автомобиля, переключение передач, использование стояночного тормоза и регулировка сиденья. Немаловажное значение имеет функциональность автотренажера и его стоимость.

Одним из возможных вариантов автотренажера для учебного класса автошколы ТГУ является автотренажер моторных навыков компании «Тренер НПП» (г. Москва) (рисунок 2) [18].



Рисунок 2 – Автотренажер моторных навыков «Тренер НПП»

«Данный автотренажер предназначен для использования в учебных классах автошкол и является имитацией легкового автомобиля с механической коробкой передач. В состав изделия входят: рабочее место водителя, инструкция и уроки» [18].

Данный автотренажер обеспечивает практическое усвоение профессионально значимых навыков: эргономически правильную посадку с регулировкой положения сидения относительно рулевой колонки, положение рук и ног водителя на органах управления, координированную в пространстве и времени работу рук и ног при управлении транспортным

средством. Также тренажер предназначен для повышения мастерства управления автомобиля, например, для контраварийной подготовки.

Автотренажер моторных навыков компании «Тренер НПП» имеет некоторые недостатки: изделие не имеет регулировки рулевой колонки; блок изготовлен практически на 70% из оригинальных деталей, что удорожает его конструкцию; изделие не имеет переключателя управления световой техникой и стеклоочистителями, снижающий приближенность тренажера к условиям реального автомобиля [18].

2.1.2 Выбор наиболее значимых технологических параметров стендов для комплексного анализа

Все известные методики выбора оборудования для предприятий основываются на сравнительном анализе выбранных технологических параметров стендов. Для достижения высокой степени достоверности аналитических исследований необходимо выбрать не менее 5-6 наиболее значимых характеристик. Значимость каждой характеристики определяется для каждого типа оборудования в отдельности и в каждой конкретной ситуации может быть разной.

Для современной усложненной экономической ситуации в стране одной из основных характеристик считаем закупочную цену оборудования, учет затрат на доставку проводим по возможности только в том случае если они составляют более 10% от закупочной цены.

Необходимость экономии места в цехах предприятия обуславливает минимальные требования к габаритам стенда, в общем случае для анализа достаточно оценить только площадь занимаемую оборудованием.

Также отбираем следующие основные показатели стендов:

- вес тренажера,
- степень имитации кабины водителя,
- габариты тренажера,
- число посадочных мест,
- цена приобретения в интернет-магазине.

2.1.3 Подбор моделей оборудования для проведения анализа на основе информации из доступных источников

«На современном уровне технологического и экономического развития на рынке производственного оборудования для предприятий автомобильного транспорта имеется множество предложений автосервисного оборудования, различающихся по ценовым категориям, эксплуатационным и технологическим требованиям, а также уровнем характеристик качества и надежности» [23].

Применяемая на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» методика требует не менее 4-5 моделей оборудования для сравнительной оценки наиболее значимых показателей. Для поиска оборудования использовались доступные материалы сети «Интернет», сайты компаний специализирующихся на поставках автосервисного оборудования, электронные версии учебников из ЭБС ТГУ, каталоги оборудования и т.д.

У выбранного для анализа оборудования должны обязательно присутствовать численные значения выбранных для анализа значимых параметров, в идеальном варианте - необходимо скачать паспорт и руководство по эксплуатации и ремонту, где имеется вся необходимая информация.

Подберем несколько подходящих для наших целей моделей оборудования, фотографии разместим на рисунках 3, 4, 5, 6. На рисунках оборудование представлено без масштаба, только для того чтобы получить представление об его внешнем виде и конструктивных особенностях [18].



Рисунок 3 – Фотография оборудования тренажер-макет для обучения водителей



Рисунок 4 – Фотография оборудования тренажер для отработки приемов контраварийного управления автомобилем



Рисунок 5 – Фотография оборудования автотренажер «Форсаж 2»



Рисунок 6 – Фотография оборудования автотренажер «Тренер»

Паспортные значения наиболее значимых характеристик по моделям оборудования внесем в таблицу 4, таким образом, подготовив материал для дальнейшего анализа.

Таблица 4 – Паспортные значения наиболее значимых характеристик по моделям оборудования

Выбранные характеристики, единицы измерения	Модельный ряд оборудования			
	Тренажер - макет для обучения водителем	Тренажер для отработки приемов контравариантного управления автомобилем	Автотренажер Форсаж 2	Автотренажер «Тренер»
1. Вес, кг	120	70,0	68,0	88,0
2 Цена приобретения в интернет-магазине, тыс. руб.	121,65	130,15	432,7	95,0
3 Степень имитации кабины водителя, балл (0-5)	4	3	5	3
4 Число посадочных мест, чел.	1	2	1	1
5. Срок службы по паспорту, лет	5	4	4	5
6 Общие габариты устройства (без учета вертикального габарита), м ²	1,28	1,67	1,22	1,35

2.1.4 Выбор наиболее перспективного прототипа

«Существуют два наиболее часто используемых метода выбора оборудования: графический метод, основанный на замерах площади циклограмм каждого оборудования и экспертный метод, дополнительно учитывающий значимость каждого показателя. Идеальным считается вариант, когда 1 модель оборудования лидирует по результатам анализа каждым из вышеперечисленных методов. В противном случае возможен дополнительный анализ по ранее не учитываемым показателям (расходы на монтаж, расходы на доставку, стоимость периодического обслуживания и т.д.)» [15].

«Достоверная оценка качества технологического оборудования может быть произведена только при учете всех групп показателей качества, что

требует определенной формализации процесса оценки. Если единичные показатели качества P_i могут быть выражены количественно, то их уровень может быть соотнесен со значением показателя, принятого за базу P_{i_0} (обычно это показатель хорошо зарекомендовавшего себя оборудования, в полной мере соответствующего современным требованиям).

Когда увеличение абсолютного значения единичного показателя качества приводит к улучшению качества, уровень показателя выражают отношением:

$$Y_i = P_i / P_{i_0} \quad (4)$$

В противном случае, когда увеличение приводит к ухудшению качества оборудования, уровень качества выражают отношением:

$$Y_i = P_{i_0} / P_i \quad (5)$$

Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю» [15].

Для построения циклограммы воспользуемся автоматизированным графическим редактором, что позволит в значительной степени облегчить процесс подсчета площади, в ФГБОУ ВО ТГУ имеется действующая лицензия на графическую среду «КОМПАС», обновляемую ежегодно. Из общей точки отсчета через равные угловые интервалы отложим число лучей соответствующее количеству наиболее значимых параметров. Предварительно рассчитаем относительные значения параметров, которые необходимо отложить на лучах циклограммы. Расчеты будем проводить относительно показателей оборудования «Тренер», используя выражения (4) и (5).

Откладываем отрезки на лучах в одинаковом масштабе, получая вершины циклограммы. Получившиеся точки необходимо соединить

ломаной замкнутой линией. Для наглядности многоугольники соответствующие разным моделям оборудования строим с применением разного типа и цветовой гаммы линий.

Графический анализ наиболее значимых показателей оборудования представлен на рисунке 7. Номера лучей соответствуют номерам показателей по часовой стрелке. Для базового оборудования циклограмму допускается не строить, однако площадь ее определяется аналогично и в процессе сравнительного анализа оно участвует на общих условиях.

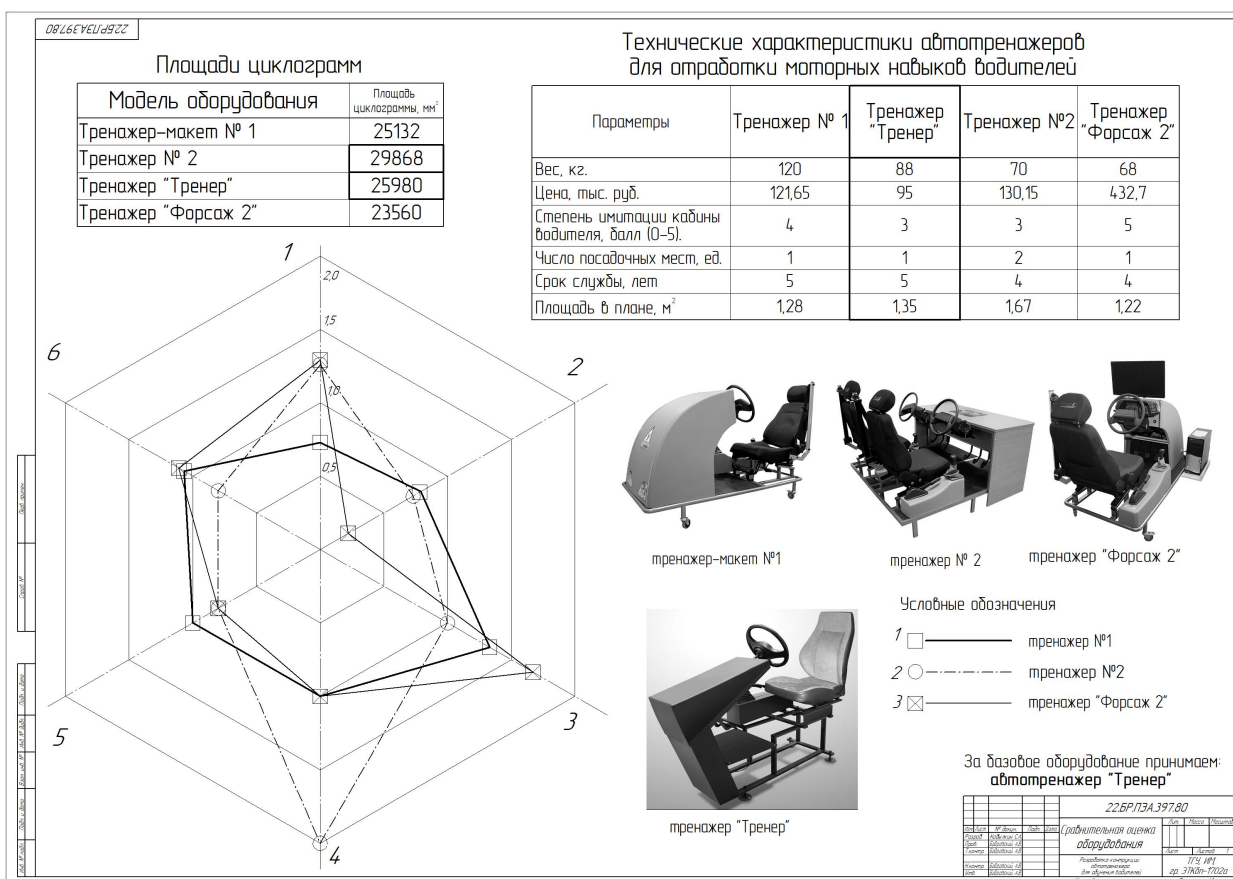


Рисунок 7 – Графический анализ наиболее значимых показателей оборудования методом циклограмм

Результаты подсчета фактической площади полученных фигур с применением инструмента программы «Измерение площади с ручным вводом границ многоугольника» занесем во второй столбец таблицы 5. В качестве условных единиц измерения используем мм².

Таблица 5 – Итоги графического метода анализа аналогов

Модели стендов-аналогов	Площадь, мм ²
Тренажер- макет для обучения водителей	25132
Тренажер для отработки приемов контраварийного управления автомобилем	29868
Автотренажер «Форсаж 2»	23560
Автотренажер «Тренер»	25980

По результатам измерений максимальная полученная площадь - 29868 мм². Следовательно, можно сделать логичный вывод о наличии существенных преимуществ у оборудования № 2 среди всей модельной линейки.

Повысим достоверность анализа, проведя его еще и экспертным методом.

«Роль эксперта на себя возлагает сам исполнитель проекта, при необходимости консультируясь с руководителем выпускной квалификационной работы или внешними экспертами. При выборе оборудования данным методом экспертом на основе собственного опыта определяется весомость каждого параметра (степень значимости) в паспорте оборудования C_i . с учетом конкретных требований производственного процесса ТО и Р автомобилей, габаритов помещения, особенностей конструкции производственного здания и т.д.» [15].

«Уровень показателя качества по каждому параметру с учетом его весомости определяется выражением:

$$P_i = \frac{C_i \cdot Y_i}{100}, \quad (6)$$

Лучшим признается то оборудование, которое наберет наибольшую сумму оценок. $P_{\Sigma i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot Y_i}{100}$ » [15].

Утвержденная форма протокола для типового анализа оборудования с привлечением квалифицированных экспертов размещена в таблице 6.

Таблица 6 – Заполненная форма протокола экспертного анализа оборудования по комплексу показателей

Выбранные характеристики, единицы измерения	С, %	Р ₁₀	Оценочные значения показателей по оборудованию модельного ряда								
			Тренажер- макет для обучения водителей			Тренажер для отработки приемов			Автотренажер «Форсаж 2»		
			Р ₁	У ₁	П ₁	Р ₁	У ₁	П ₁	Р ₁	У ₁	П ₁
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вес, кг	5	88,0	120	0,73	0,0365	70,0	1,26	0,063	68,0	1,29	0,0645
Цена приобретения в интернет-магазине, тыс. руб.	50	95,0	121,65	0,78	0,39	130,15	0,73	0,365	432,7	0,22	0,11
Степень имитации кабины водителя, балл (0-5)	20	3	4	1,33	0,266	3	1	0,2	5	1,67	0,334
Число посадочных мест, чел.	5	1	1	1	0,05	2	2	0,1	1	1	0,05
Срок службы по паспорту, лет	5	5	5	1	0,05	4	0,8	0,04	4	0,8	0,04
Общие габариты устройства (без учета вертикального габарита), м ²	15	1,35	1,28	1,06	0,159	1,67	0,81	0,1215	1,22	1,11	0,1665
Результирующий показатель:	100	–	–	–	0,9515	–	–	0,8895	–	–	0,765

Далее сравним итоговые суммарные показатели оценок P_{Σ_i} приведенные в последней строке таблицы 13. Максимальное число - 1,0. Следовательно, можно сделать логичный вывод о том, что эксперты выявили наличия существенных преимуществ у автотренажера «Тренер» среди всей модельной линейки.

2.2 Оформление технического задания от лица заказчика работ

В Тольяттинском государственном университете имеется автошкола подготовки водителей категории «В». Учебный класс автошколы спроектирован для корпуса «Д» (институт машиностроения). В

разрабатываемом учебном классе автошколы отрабатываются первичные навыки водительского мастерства с применением автотренажеров или тренажеров моторных навыков.

По специфике обучения курсанты автошколы должны отрабатывать на автотренажерах различные упражнения, среди которых: ознакомление с органами управления автомобилем, посадка-высадка, трогание, приемы руления и т.д. В связи с этим необходимо обеспечить учебный класс эффективными недорогими автотренажерами.

Автотренажеры относятся к учебному оборудованию (код ОКП 965225 - тренажеры для подготовки транспортных профессий). Разрабатываемый в рамках дипломного проекта автотренажер предназначается, главным образом, для учебных классов автошкол.

Учебный процесс с использованием автотренажера является весьма эффективным способом получения знаний и практических навыков будущих водителей, имеющим невысокую себестоимость и простоту в работе.

Очевидно, что применение в учебном процессе multifunctional (в отличие от простейшего автотренажера - рулевое колесо) автотренажера позволит упростить задачу перехода для курсантов от теории к практике, сначала на автодроме, затем в городских условиях.

Автотренажер предназначен для применения в закрытых помещениях с температурой окружающего воздуха в диапазоне 15 - 40°C и влажностью воздуха не более 80%.

В нашем случае автотренажер будет располагаться в учебном классе автошколы на первом этаже учебного корпуса. Полы в данном помещении бетонные с напольным покрытием из линолиума. В учебном классе имеется естественная вентиляция (вытяжная), подвод электрической сети 220 В. Проветривание, также, может осуществляться за счет окон [9].

Кроме учебных автотренажеров для курсантов (из расчета на 10 человек) в классе должен использоваться упрощенный автотренажер инструктора, для демонстрации приемов и упражнений.

В учебном классе может быть применено мультимедийное оборудование: видеокамера, снимающая действия инструктора, персональный компьютер и видеопроектор с мультимедийной доской, на которой курсанты могут следить за действиями инструктора.

«Конструкция автотренажера разрабатывается по заданию кафедры «ПиЭА» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет». Разработка конструкции автотренажера для повышения навыков первичной подготовки водителя при обучении в автошколе проводится на основании технического описания существующих аналогов»[15]. Разработка ведется с опорой на типовые конструкторские решения, применяемые в стендах-аналогах из подраздела 2.1.

Основная цель получить более дешевое оборудование по своим характеристикам не сильно уступающее продаваемым стендам, обеспечивающее удобство для курсантов и повышающее эффективность обучения.

«Наименования и условного обозначения тема разработки не имеет. В процессе эксплуатации предусмотреть возможность ежемесячного обслуживания и проверки оборудования. Разрабатываемое оборудование является перспективным для разработки. Научно-исследовательская работа не проводилась. Экспериментальные образцы и макеты не разрабатывались»[15].

«Автотренажер изготовить в 1 экземпляре. Выполнить его из отдельных агрегатов. Максимально использовать в конструкции стенда нормализованные и унифицированные узлы для облегчения его производства в условиях АТП или СТО. Обеспечить возможность работы оборудования до ремонта. Раму изготовить из стандартного швеллера или прямоугольной трубы сваркой. По возможности обеспечить оптимально удобную высоту рамы. Предусмотреть возможность применения уголков и швеллеров из стали одинакового сечения» [15].

Автотренажер для подготовки водителей должен отвечать следующим общим конструкторским требованиям: надежность и экономичность, высокий уровень безотказности при эксплуатации, хорошая ремонтпригодность, производственная технологичность, хорошая сохраняемость, пожаробезопасность, травмобезопасность.

Обеспечить удобство посадки водителя (курсанта) при обучении на автотренажере. Тренажер выполнить полностью механическим, для его работы не требуется подвода электропитания. Этим же обеспечивается защита от поражения электрическим током.

Рекомендуемая техническая характеристика установки:

- тип тренажера – стационарный, механический с регулировкой рулевой колонки по наклону;
- сиденье – с продольной регулировкой и регулировкой наклона спинки;
- вес – не более 100 кг.;
- блок педалей – три педали с ограничителем хода и возвратной пружиной;
- оснащение – переключатели очистителя ветрового стекла и световой техники, рычаг стояночного тормоза, рычаг переключения передач;
- не более чем у тренажеров-аналогов

«Внешние очертания станда должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер изделия. Пропорции контуров установки должны обеспечивать композиционное равновесие. Каркас станда выполняется из пространственно сваренных труб, таким образом, чтобы они образовывала рамную конструкцию, что, во-первых, повышает прочность конструкции, а во-вторых, визуально создает ощущение надежности и устойчивости всей рамы в целом. Переломы элементов формы должны быть логичными и согласовываться между собой, острые углы рекомендуется скруглить. Мелкие детали оборудования не

должны быть хаотично расположены и при необходимости должны быть закрыты декоративными панелями» [22].

«Стенд должен гармонично вписываться в композицию интерьера помещения, для чего рекомендуется его окрасить в черный цвет. Не допускаются выступающие за габариты стенда узлы и детали, если того не требует их функциональное назначение. Обеспечить доступность, подход к агрегатам и узлам при разборке-сборке и техническом обслуживании» [12].

«Автотренажер должна отвечать определенным эстетическим требованиям: внешние очертания конструкции установки должны быть простыми и строгими, части установки предпочтительно выполняются прямоугольной формы, но, максимально приближенными к условиям посадки в легковом автомобиле. Конструкция и внешний вид тренажера не должна оказывать морального давления на психику человека и отвлекать его от учебного процесса» [15].

«Для безотказной и эффективной работы стенда предусмотреть плановое ТО не реже 1 раза в 6 месяцев. Допускается обеспечение ремонтом в неустановленные сроки в норме 1/10 от трудоёмкости полного ремонта. Обеспечить общую долговечность стенда не менее 10 лет. Составные части конструкции должны легко подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке. Транспортировка стенда осуществляется в разобранном виде, все узлы и агрегаты снятые с рамы должны быть упакованы в деревянный ящик, который маркируются соответственным образом. Хранить стенд в собранном или разобранном виде в сухом помещении» [20].

Объем средств выделенных на производство стенда составляет – не более 50000 рублей. Рекомендованный срок окупаемости – менее 1 года, допустимый – 1,5 года.

«При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом. Обязательна проработка 2-х или более вариантов компоновки.

На экспертизу предоставить в письменном варианте ТЗ, ТП, ЭП и расчёты. Место проведения экспертизы кафедра «ПиЭА» ТГУ.

На согласование предоставляется техническое предложение с эскизным проектом. Согласование с другими организациями не требуется. Изготовление опытных образцов не предусматривается» [15].

2.3 Оформление технического предложения от лица поставщиков оборудования

Получено задание на проектирование стационарного механического автотренажера для отработки навыков первичной водительской подготовки. Автотренажер должен быть функциональным и удобным. Автотренажер разрабатывается для использования в учебном классе автошколы ТГУ с нагрузкой на один тренажер до 300 воздействий в год.

Под эти исходные данные существует небольшое количество предложений на рынке учебных тренажеров и оборудования для автошкол. Как правило, подобные автотренажеры имеют типичную схему, и отличаются в основном лишь конструктивно-компоновочными решениями и наличием или отсутствием электронного оборудования значительно расширяющего функциональность (мониторы, компьютеры и специализированное программное обеспечение).

Поскольку в соответствии с ТЗ необходим стационарный автотренажер, по конструкции максимально приближенный к внутреннему обустройству легкового автомобиля проанализируем преимущества и недостатки представленных на рынке автотренажеров:

Стационарные автотренажеры компании «Тренер НПП» (рисунок 8) - автотренажеры по своей конструкции максимально приближенные к обустройству водительского места.



Рисунок 8 – Стационарный автотренажер моторных навыков «Тренер НПП»

Тренажер имеет сиденье только с продольной регулировкой, рычаги переключения передач и стояночного тормоза, три педали (сцепления, тормоза и подачи топлива). Простая конструкция тренажера не требует особого ухода. Однако, данный тренажер не имеет регулировки сиденья по наклону спинки и имеет невысокую функциональность.

Спаренный тренажер моторных навыков компании «Тренер НПП» изображен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Двухместный тренажер моторных навыков «Тренер НПП»

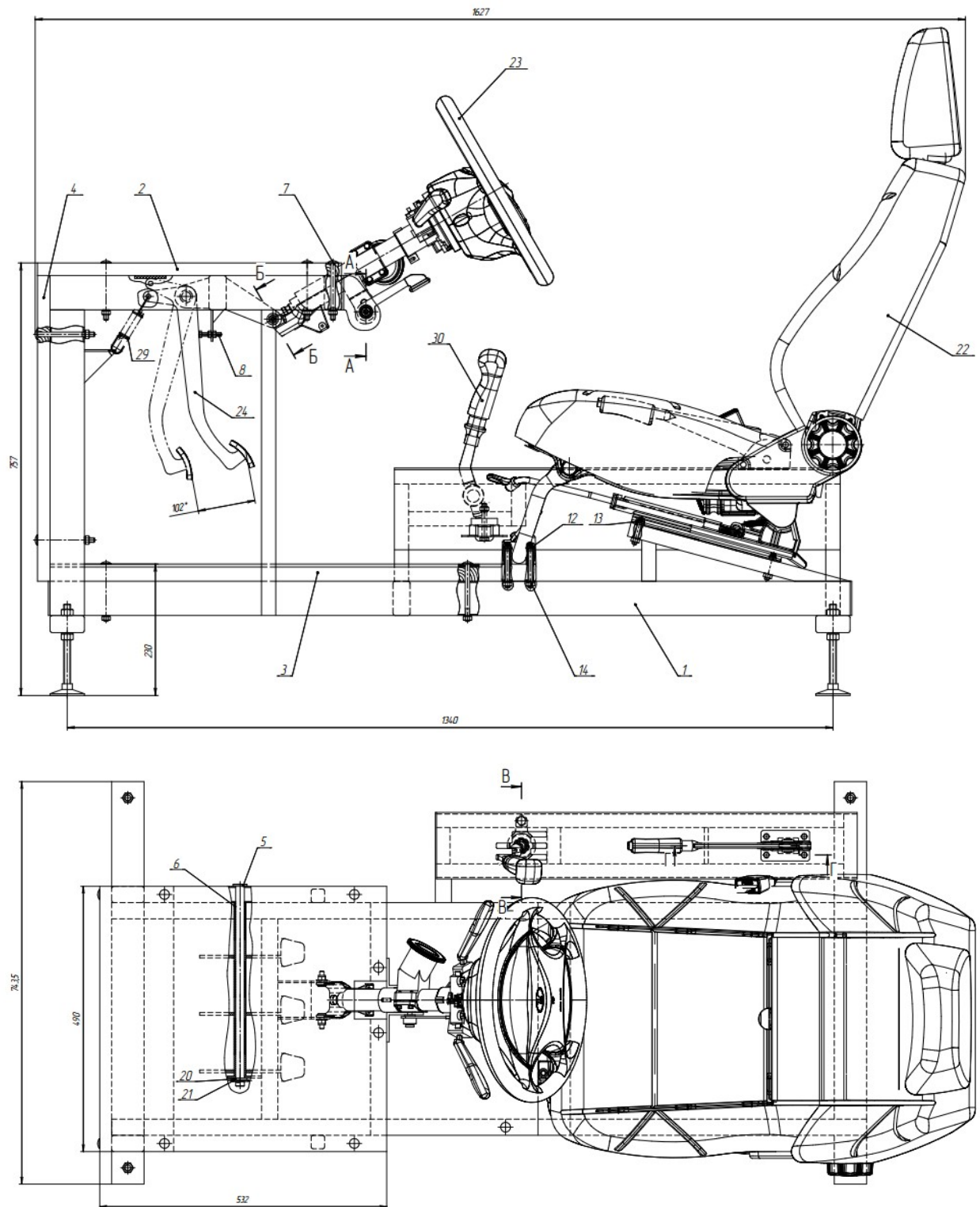
Тренажер позволяет одновременно выполнять упражнения по отработке первичных навыков водительского мастерства двум курсантам. Имеет в своем составе практически тот же функционал, что и предыдущий автотренажер. В данном автотренажере сиденье водителя поставляется отдельно.

Оба вида автотренажеров схожи по функциональности и удобству.

К преимуществам обоих вариантов конструкции установок следует отнести относительную простоту. Основным же недостатком является недостаточная функциональность и высокая стоимость.

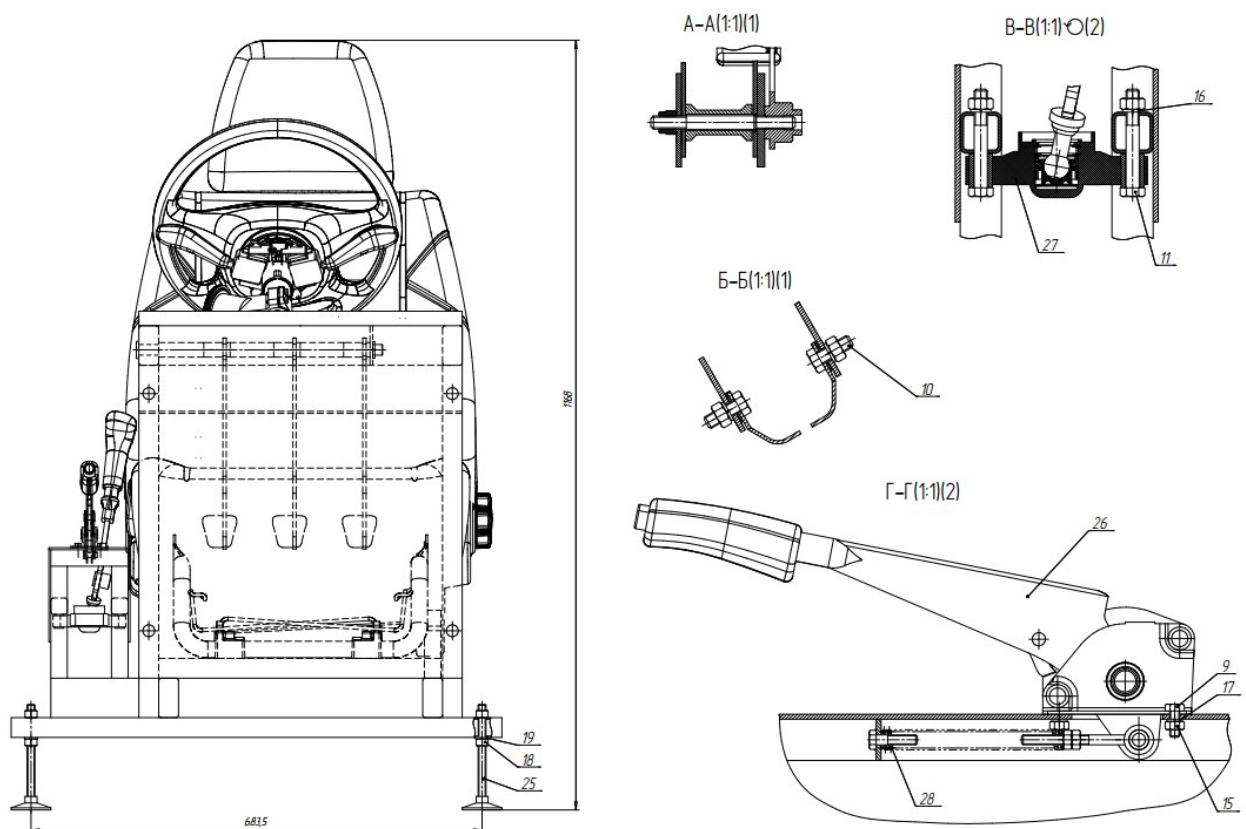
Поэтому берем данный первый тип автотренажеров в качестве прототипа и с учетом изложенных в техническом задании рекомендаций и требований, а также исходя из производственных возможностей производственной площадки при ТГУ попробуем повысить функциональность конструкции данного прототипа - с целью снижения ее себестоимости и повышения функциональности и удобства.

Предлагается следующий вариант конструкции автотренажера на базе узлов переднеприводного легкового автомобиля ВАЗ-2170 «ПРИОРА», вид сбоку и вид сверху изображены на рисунке 10, конструктивные элементы тренажера – на рисунке 11.



1 – пространственный каркас; 2 – столешница; 3 – пол; 4 – стенка; 5 – ось; 6 – дистанционная втулка; 7 – болты; 8 – регулировочный болт; 9 – болты; 10 – шайба; 11 – болт; 12 – болты крепления сидения; 13 – болты крепления сидения; 14 – гайки крепления сидения; 15 – гайка; 16 – муфта; 17 – шайба; 18 – гайка; 19 – шайба; 20 – фиксирующая шайба; 21 – шплинт; 22 – сидение водителя; 23 – рулевое колесо; 24 – педаль; 25 – опора; 26 – рычаг стояночного тормоза; 27 – рычаг переключения передач; 28 – пружина; 29 – пружина.

Рисунок 10 – Автотренажер:



1 – пространственный каркас; 2 – столешница; 3 – пол; 4 – стенка; 5 – ось; 6 – дистанционная втулка; 7 – болты; 8 – регулировочный болт; 9 – болты; 10 – шайба; 11 – болт; 12 – болты крепления сидения; 13 – болты крепления сидения; 14 – гайки крепления сидения; 15 – гайка; 16 – муфта; 17 – шайба; 18 – гайка; 19 – шайба; 20 – фиксирующая шайба; 21 – шплинт; 22 – сидение водителя; 23 – рулевое колесо; 24 – педаль; 25 – опора; 26 – рычаг стояночного тормоза; 27 – рычаг переключения передач; 28 – пружина; 29 – пружина.

Рисунок 11 – Вид спереди и конструктивные элементы автотренажера:

Общая схема автотренажера похода на схему первого тренажера, рассмотренного выше.

Пространственный каркас 1 автотренажера выполнен из труб прямоугольного (60x30x2) и квадратного (25x25x2) сечения. Две поперечины в передней и задней частях рамы имеют места для установки опор 25 с резьбой, которые фиксируются с помощью гаек 18 и шайбы 19. Регулируя данные опоры можно выставить устойчиво автотренажер практически на любой, даже, неровной поверхности. Для обеспечения устойчивости автотренажера расстояние между опорами по ширине составляет 683,5 мм.

Автотренажер имеет столешницу 2 выполненную из плиты ДСП. В нижней части напротив блока педалей в направлении их хода приклеена полоса из упругого материала (резины) для обеспечения ограничения хода педалей и снижения ударных нагрузок при достижении ими крайних положений.

В верхней части рамы на приварных кронштейнах (рисунок 11, вид Б-Б) установлена рулевая колонка от автомобиля ВАЗ-2170, имеющая регулировку по высоте. Фиксация рулевой колонки осуществляется с помощью специального механизма (рисунок 11, вид А-А).

Для обеспечения жесткости и удержания рулевой колонки и столешницы выполнены дополнительные вертикальные стойки из трубы квадратного сечения (рисунок 10).

На рулевой колонке имеются установленные: замок зажигания, подрулевые переключатели световых приборов и очистителя ветрового стекла.

В передней части автотренажера установлена стенка 4 из плиты ДСП, закрывающая стенд, придающая ему дополнительную жесткость и эстетический вид.

Столешница и передняя стенка, а также рама выкрашены в серый цвет.

Пол 3 для ног курсанта выполнен также из плиты ДСП. Сверху он имеет резиновую накладку, исключаящую порчу древесностружечной плиты.

Столешница, передняя стенка и пол закреплены на раме с помощью болтов 7 с гайками и стопорными шайбами.

Сиденье водителя 22 заимствовано от автомобиля ВАЗ-2170. Оно имеет продольную регулировку и регулировку наклона спинки. Сиденье закреплено на раме с помощью четырех болтов 12 с гайками 14 в передней части и четырех болтов 13 (по два с каждой стороны), которые вворачиваются в приварные гайки.

Блок педалей конструктивно прост. Состоит из трех одинаковых педалей сцепления 24 автомобиля ВАЗ-2170, качающихся на оси 5. Между педалями установлены дистанционные втулки 6 из полиамида, значительно снижающие скрипы. Ось фиксируется от выпадения на кронштейне рамы с помощью шайбы 20 и шплинта 21. Для ограничения хода каждой педали назад используется регулировочный болт 8, фиксирующийся на кронштейне поперечины рамы с помощью двух гаек (одна из них - приварная). Для создания усилия на каждой педали используются три пружины 29.

Рычаг переключения передач 27 (рисунок 11, вид В-В) и рычаг стояночного тормоза 26 (рисунок 11, вид Г-Г) заимствован от автомобиля ВАЗ-2170. Оба эти элемента устанавливаются соответственно с помощью двух болтов 11 с гайками в правой части рамы под облицовкой и четырех болтов 9 с шайбами 17 и гайками 15.

Усилие на рычаге стояночного тормоза создается с помощью пружины 28, которая зафиксирована между приварным болтом на раме и подвижным пальцем с двумя законтренными гайками, с помощью которых можно регулировать значение усилия.

Итак, в результате получаем следующий автотренажер моторных навыков:

- по принципу действия - механический;
- по типу рулевой колонки - с регулировкой по углу наклона, имеются: замок зажигания, подрулевые переключатели;
- по регулировкам сиденья - с продольной регулировкой и регулировкой наклона спинки;
- по блоку педалей - три отдельные педали с ограничителями хода и возвратными пружинами;
- по наличию рычагов - есть рычаг переключения передач и рычаг стояночного тормоза с регулировкой усилий;
- по дополнительной функциональности - имеется столешница.

2.4 Расчеты и подбор комплектующих

«При проектировании автомобиля, а именно блока педалей необходимо учитывать жесткие требования по их взаимному расположению друг относительно друга и элементов автомобиля» [15]. Компоновка водительского места и координаты расположения педалей относительно друг друга устанавливаются Правилами ЕЭК ООН №35. Пространственная схема компоновки pedalного узла представлена на рисунке 12.

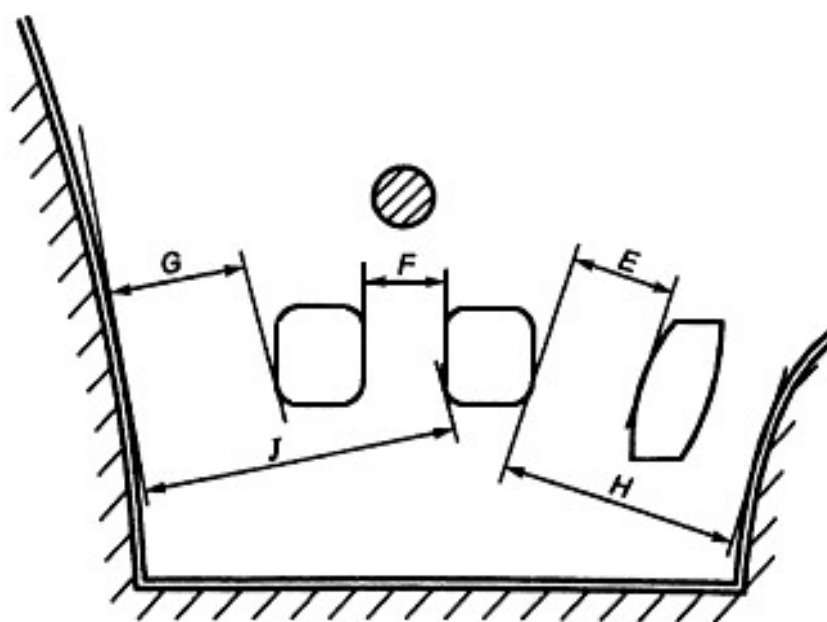


Рисунок 12 – Пространственные координаты расположения педалей

Численные значения пространственных координат расположения педалей сведены в таблицу 7.

Таблица 7 – Координаты расположения педалей

Наименование пространственной координаты (размера)	Значение координатных размеров, мм	
	не более	не менее
Координатный размер E	100	50
Координатный размер F	-	50
Координатный размер G	-	50
Координатный размер H	-	130
Координатный размер J	-	160

Сравним табличные значения с компоновочными размерами нашего автотренажера (рисунок 13).

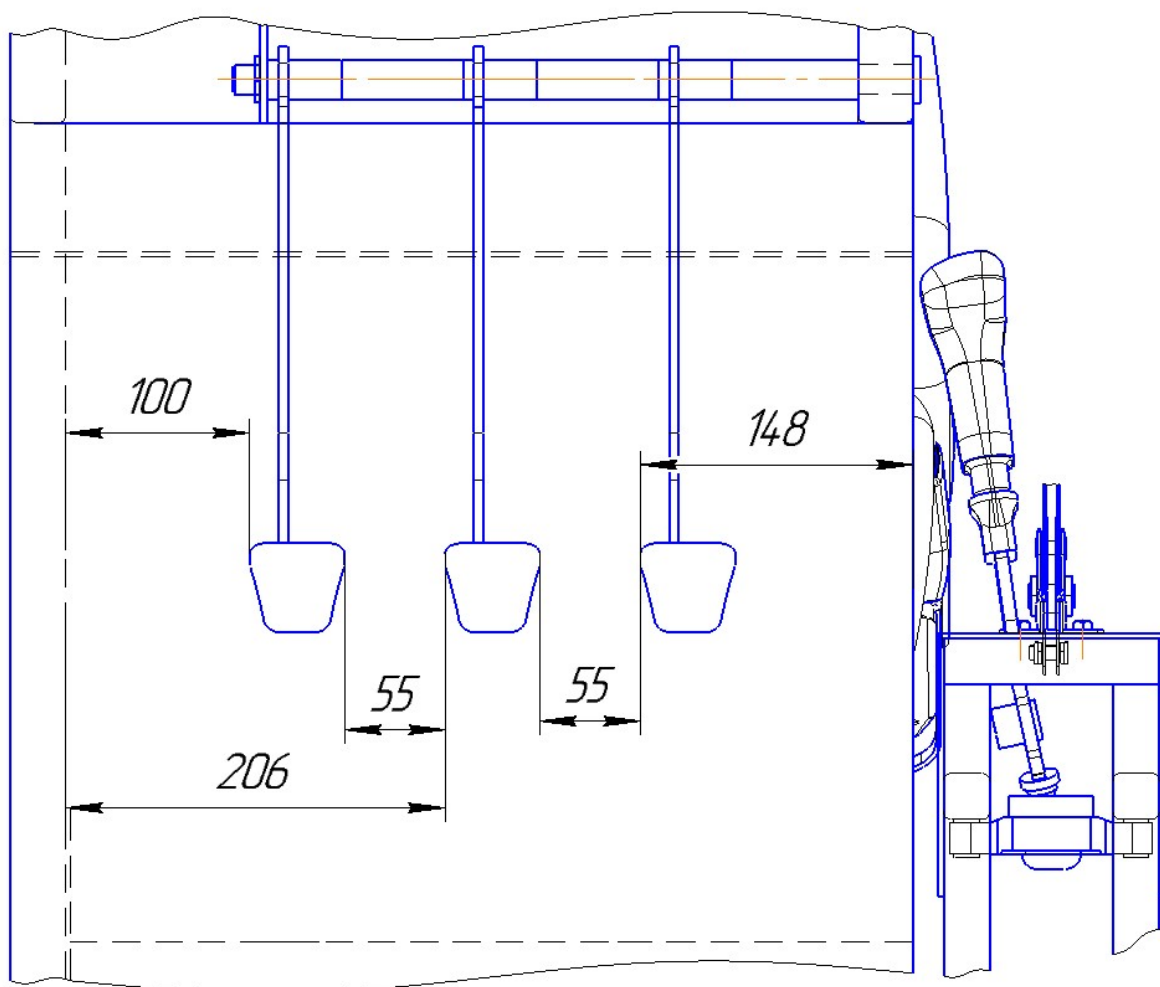


Рисунок 13 – Пространственные координаты расположения педалей на спроектированном тренажере

При этом можно сделать вывод о том, что расположение педалей на разработанном автотренажере полностью соответствует Правилам ЕЭК ООН №35.

Выполним основные прочностные расчеты, для этого проведем расчет продольных труб основания на изгиб. Компоновка основания станда представлена на рисунке 14.

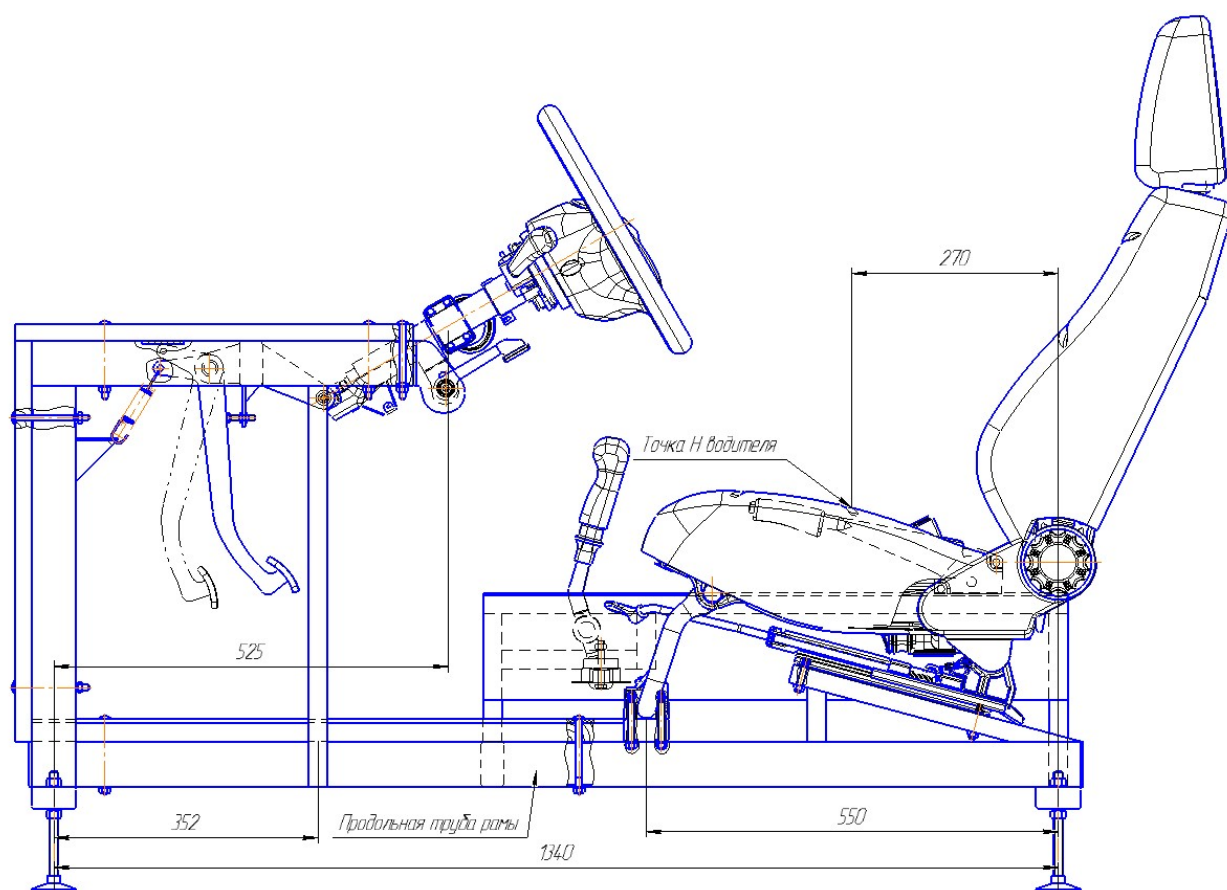


Рисунок 14 – Схема стенда к расчету продольных труб рамы

Продольные трубы основания рамы являются основными несущими элементами и держат на себе вес сиденья (18 кг) с водителем (75 кг), частично вес столешницы с рулевой колонкой (около 27 кг).

Учитывая наличие напольного покрытия (плита ДСП), прикрученного к продольным трубам, а также возможность возникновения динамических нагрузок (при посадке на сиденье) получаем, что суммарный вес, приведенный к центру продольной симметрии труб равен [22]:

$$G = 1,2 \cdot \frac{G_{CB} \cdot 270}{1340 \cdot 0,5} + \frac{G_{PK} \cdot 352}{1340 \cdot 0,5}, \quad (7)$$

где $G_{CB} = (18 + 75) \cdot g = 93 \cdot 9,81 = 912,39 \text{ Н}$ – вес сиденья с водителем, Н;

$G_{PK} = 27 \cdot g = 27 \cdot 9,81 = 265,07 \text{ Н}$ – вес рулевой колонки со столешницей, Н;

1,2 – коэффициент динамичности/

$$G = 1,2 \cdot \frac{422 \cdot 270}{1340 \cdot 0,5} + \frac{265 \cdot 352}{1340 \cdot 0,5} = 343 \text{ Н}$$

Уравнение прочности имеет вид:

$$G_{изг} = 100 \cdot \frac{M_{изг}}{W} \leq [G_{изг}], \quad (8)$$

где $M_{изг} = G \cdot l = 343 \cdot (1,34 \cdot 0,5) = 230 \text{ Н} \cdot \text{м} = 0,23 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ – изгибающий момент, Н·мм;

$W = \frac{b \cdot a^3 - b_1 \cdot a_1^3}{6a} = \frac{30 \cdot 60^3 - 26 \cdot 56^3}{6 \cdot 60} = 5316 \text{ мм}^3$ – момент инерции сечения трубы (рисунок 15).

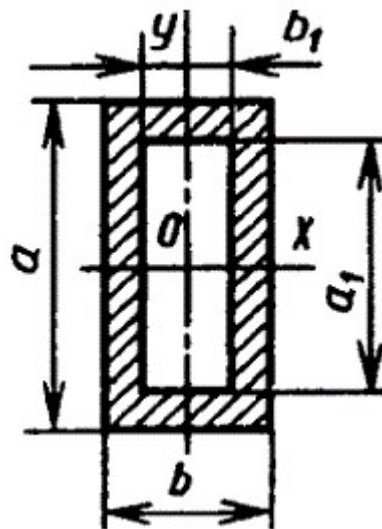


Рисунок 15 – Сечение прямоугольной трубы с размерами

Для выбранного материала труб – Сталь 20 – уравнение примет следующий вид:

$$G_{изг} = 100 \cdot \frac{23}{5316} = 0,004 \text{ МПа} \leq [G_{изг}] = 5 \text{ МПа}$$

Тождество верно – условие прочности выполнено.

Выводы по разделу:

В разделе оформлена техническая конструкторская документация на разработку автотренажера для отработки моторных навыков водителей. На подготовительном этапе проведена оценка современного конструкторского и технологического уровня оборудования, а также рассмотрены имеющиеся в продаже аналоги. Проведенный экспертно-графический анализ выявил наличия существенных преимуществ у оборудования «Тренер» среди всей модельной линейки стендов. При разработке своей конструкции воспользуемся лучшими существующими конструкторским решениями почерпнутыми из стендов-аналогов.

От лица заказчика работ оформлено техническое задание на автотренажер. В техническом задании перечислены планируемые условия эксплуатации оборудования, заданы минимальные технические характеристики, дана характеристика условиям и технологии работы. Конкретные предложения по компоновке стенда и конструкции отдельных узлов оборудования рассмотрены в рамках технического предложения, которое оформлено от лица поставщика или конструктора оборудования. В ходе проектирования стенда выполнен выбор необходимых покупных изделий, агрегатов и деталей с заданными характеристиками, проведены требуемые расчеты.

3 Технология проведения работ на спроектированном оборудовании

3.1 Состояние вопроса

Автотренажер легкового автомобиля (рисунок 16) предназначен для отработки первоначальных навыков водительского мастерства перед началом выполнения практических занятий на автодроме и первым выездом в город.

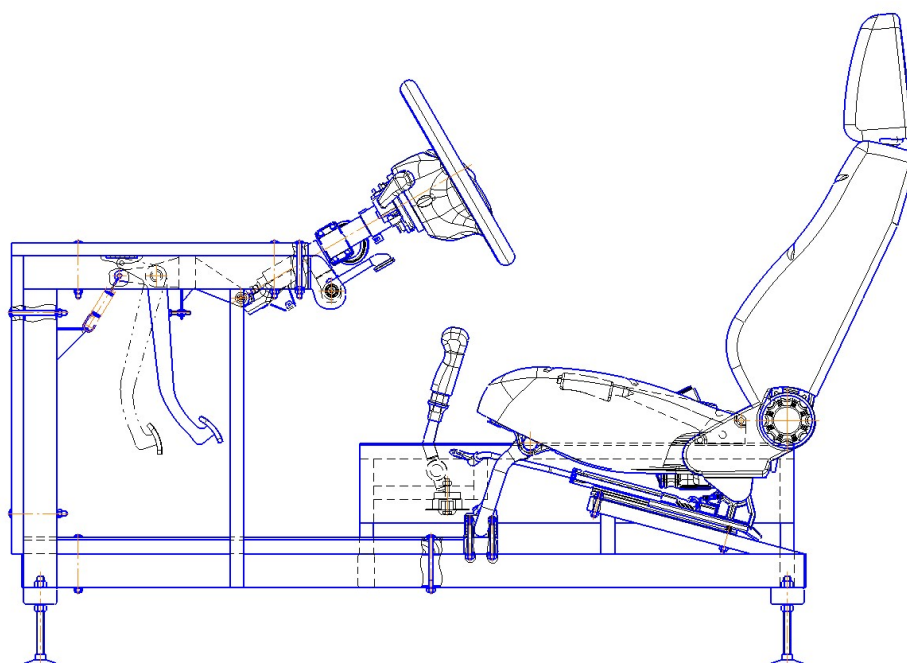


Рисунок 16 – Внешний вид автотренажера для автошколы

На автотренажере, как правило, отрабатывают посадку-высадку водителя, владение органами управления, приемы руления.

Разрабатываемый в данном проекте автотренажер представлен в графической части. Он позволяет осуществлять регулировку сидения, регулировку водительского сидения, выполнять переключение передач, использовать педали тормоза, сцепления и подачи топлива

Использование в учебном процессе в автошколе подобного автотренажера позволяет курсанту быстрее постичь азы приемов вождения

автомобилем и приспособиться к быстрому переходу к занятиям на реальном учебном автомобиле на автодроме.

Перед началом занятий на автотренажере курсанты должны пройти технику безопасности и вводный инструктаж с инструктором.

Для быстрого ввода курсантов в тему и обеспечения высокой наглядности в учебном классе автошколы имеется персональный компьютер с видеопроектором, на экране которого отображаются мультимедийные материалы и примеры вождения от лучших инструкторов, а также действия инструктора в учебном классе, транслируемые через вебкамеру на экран мультимедийного экрана. Это позволяет курсантам не отвлекаться и четко следовать инструкциям.

3.2 Технологическая карта

«Для наиболее рациональной организации работ по обучению курсантов составляются различные технологические карты. На основании этих технологических карт определяется объем работ по техническим воздействиям, а также производится распределение работ (операций) между исполнителями.

Любая технологическая карта является руководящей инструкцией для каждого исполнителя и, кроме того, служит документом для технического контроля выполнения обслуживания или ремонта.

В технологических картах указывают перечень операций, место их выполнения (снизу, сверху или сбоку автомобиля), применяемое оборудование и инструмент, норму времени на операцию, краткие технические условия на выполнение работ, разряд работ и специальность исполнителей» [12].

При выполнении раздела составляется специализированная технологическая карта, описывающая последовательность технологических операций при выполнении ТО и ТР агрегата определенной марки,

применяемого на конкретной модели транспортного средства. В техкарте обязательно указываем особенности применения разработанного нами в предыдущем разделе оборудования. В столбце «Технические требования» даем ссылки на нормативные данные почерпнутые из данных нормативных документов, а также рекомендации по выполнению операций [12, 23].

На основании существующей отработанной методики обучения на транспортных средствах категории «В», согласованной с руководством автошколы разрабатываем технологическую карту обучения на автотренажере

Разработанную технологию работ размещаем на чертеже «Технологическая карта», который также отображаем и в пояснительной записке к ВКР – на рисунке 17.

Технологическая карта обучения на автотренажере

Общая трудоемкость – 270 чел.-мин.

Исполнитель – курсант автошколы

22БР/ПЗ.397.40

№	Наименование и содержание работы	Кол-во точек воздействия	Место выполнения работы	Приборы и инструмент	Оперативное время, мин	Технические требования
1	Вводная часть	-	-	-	-	Проводится инструктором
1.1	Техника безопасности	-	автотренажер	-	5,0	-
1.2	Вводный видеоролик	-	места инструктора	проектор, мультимедийный экран	10,0	-
2	Основная часть	-	-	-	-	Проводится курсантом под руководством инструктора
2.1	Ознакомление с рабочим местом водителя и органами управления	1	автотренажер	-	10,0	Ознакомиться со всеми доступными органами управления
2.2	Отработка правильной посадки на месте водителя	1	сиденье автотренажера	-	20,0	Научиться использовать регулировки сиденья
2.3	Отработка правильного положения рук на рулевом колесе	1	рулевое колесо автотренажера	-	20,0	-
2.4	Отработка способа удержания руля закрытым хватом	1	рулевое колесо автотренажера	-	20,0	-
2.5	Отработка способа удержания руля открытым хватом	1	рулевое колесо автотренажера	-	20,0	-
2.6	Отработка скоростного способа руления	1	рулевое колесо автотренажера	-	20,0	-
2.7	Отработка силового способа руления	1	рулевое колесо автотренажера	-	20,0	-
2.8	Отработка приема руления одной рукой при отработке выполнения маневрирования задним ходом	1	рулевое колесо автотренажера	-	20,0	-
2.9	Отработка последовательности в действиях водителя при трогании автомобиля с места	1	автотренажер	-	15,0	Контролировать действия по указаниям инструктора
2.10	Отработка последовательности в действиях водителя при остановке автомобиля	1	автотренажер	-	15,0	Контролировать действия по указаниям инструктора
2.11	Отработка последовательности в действиях водителя по переключению передач в восходящем порядке при разгоне автомобиля и в нисходящем порядке при торможении	1	автотренажер	-	20,0	Согласовывать работу педали сцепления, педали акселератора и рычага коробки передач
2.12	Отработка навыков по взаимодействию с органами управления при прохождении поворотов и разворотов	1	автотренажер	-	15,0	Контролировать действия по указаниям инструктора
2.13	Отработка навыков по взаимодействию с органами управления при прохождении спусков и подъемов	1	автотренажер	-	15,0	Контролировать действия по указаниям инструктора
2.14	Отработка навыков контраварийных приемов управления автомобилем	1	автотренажер	-	20,0	Контролировать действия по указаниям инструктора
3	Заключительная часть	-	-	-	-	-
3.1	Выполнение контрольного задания	1	автотренажер	-	5,0	Выполнить задание инструктора

Состав МР

Лек. МР/авт. Лек. МР/авт. Лек. МР/авт. Лек. МР/авт. Лек. МР/авт.

				22БР/ПЗ.397.40			
Исполн.	№ докум.	Лист	Всего	Технологическая карта			
Разработчик	Ивановский А.В.			обучения на автотренажере			
Проверенный	Ивановский А.В.			Дата	Место	Методика	
Утвержденный	Ивановский А.В.			Разработка контрольных заданий для обучения водителей			
Исполнитель	Ивановский А.В.			ТТ-4 ИИИ			
Вид	Ивановский А.В.			ФР-ЭТ/ОП-П/О/О			
				Копировать			

Рисунок 17 – Перечень технологических операций и переходов

Норматив времени на обучение с использованием автотренажера составляет 6 академических часов (один час равен 45 минут).

Оперативное время на выполнение всех занятий составляет 270 минут. Учитывая наличие перерывов в занятиях длительностью 5 минут на каждый академический час получаем штучное время на выполнение учебных занятий:

$$T_{шт} = \sum T_{оп} + 5 \cdot T_{пер}, \quad (9)$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{оп}$ – оперативное время, мин [16].

$T_{пер}$ – технологический перерыв, 5 мин;

$$T_{шт} = \sum 270 + 5 \cdot 5 = 295 \text{ мин}$$

Выводы по разделу:

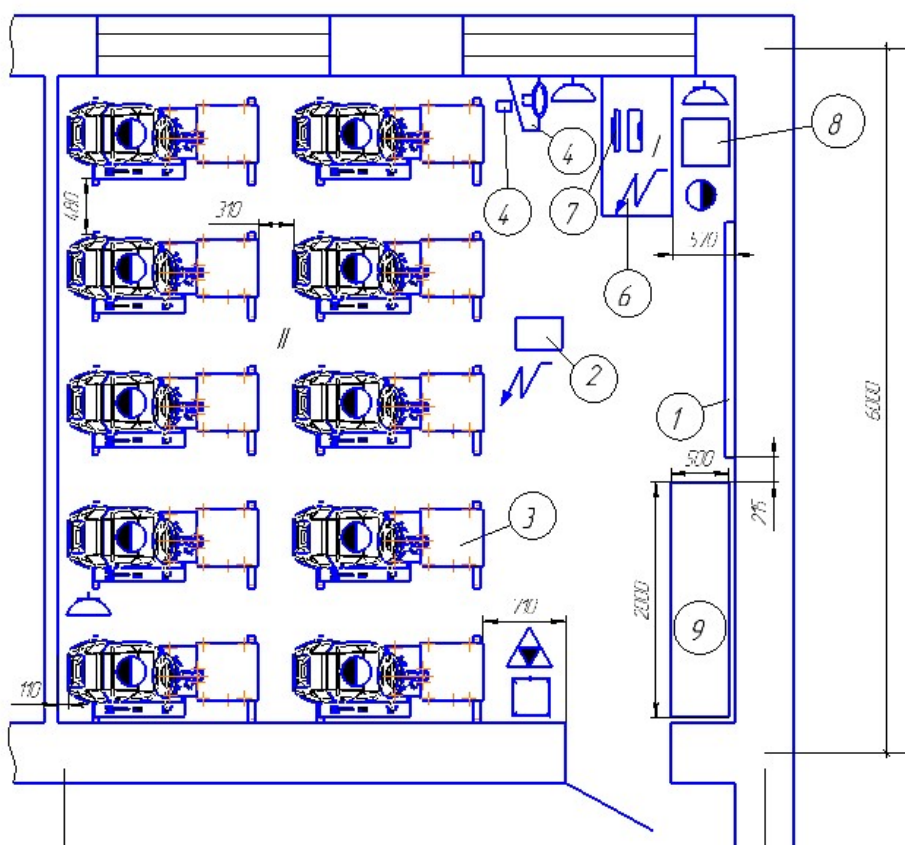
В рамках раздела проанализирована текущая программа обучения курсантов автошкол. Составлена специализированная технологическая карта «Технологическая карта обучения на автотренажере», описывающая последовательность технологических операций при обучении курсантов моторным навыкам вождения.

Использование техкарты позволит снизить требования к квалификации персонала участка путем выполнения последовательного перечня технологических простейших операций. Использование разработанного оборудования позволило снизить общую трудоемкость работ по обучению одного курсанта до 270,0 человеко-минут.

4 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности технологического оборудования и операций производимых при его помощи

4.1 Конструкция разработанного оборудования, характеристика техпроцессов

Объектом исследования в области безопасности и экологичности является технологический процесс обучения курсантов отработке моторных навыков вождения. Данная операция выполняется в учебном классе (рисунок 18) преподавателем автошколы с применением специализированного автотренажера.



1-доска мультимедийная; 2-видеопроектор; 3-автотренажер; 4-демонстрационное место преподавателя; 5-видеокамера; 6-стол; 7-компьютер; 8-стул; 9-шкаф

Рисунок 18 – Расстановка оборудования в учебном классе автошколы:

Учебный класс имеет вытяжную вентиляцию, естественное и искусственное освещение, заземление для электроприборов.

Курсанты в учебном классе отрабатывают начальные приемы подготовки водителя, приемы руления, переключения передач, использования внешних световых приборов и др.

Учебный класс снабжен необходимым наглядным и демонстрационным материалом.

Также в разделе будут разработаны рекомендации по безопасной работе при выполнении основного техпроцесса для включения в паспорт или руководство по эксплуатации технологического оборудования.

На основе технологической карты составленной в 3-м разделе работы оформим паспорт в виде таблицы 8 паспорт технологического процесса.

Таблица 8 – Паспорт технологического процесса

Основной техпроцесс на рабочем месте	Исполнитель	Краткое содержание технологического процесса	Необходимое оборудование на рабочем месте	Перечень дополнительных расходных материалов
1	3	2	4	5
Отработка моторных навыков вождения автомобиля на учебном тренажере	курсант автошколы (обучающийся)	Посадка-высадка из автомобиля; отработка навыков руления, включения передач, торможения и других	Автотренажер для отработки моторных навыков, его элементы: сиденье, рулевое колесо, педали, рычаг КП и другие детали	смазка трущихся поверхностей тренажера

4.2 Выявление профессиональных рисков при работе на спроектированном оборудовании

Анализ профессиональных рисков является начальным этапом планирования мероприятий по охране труда. Перспективной целью работы по оценке и управлению рисками является снижение риска до допустимых величин. Анализ производственных рисков осуществляется как самостоятельная процедура при осуществлении контроля за состоянием условий труда.

Учебный процесс в автошколе считается средним по трудоемкости в виду наличия умственной и физической нагруженности курсантов при выполнении и отработке уроков на тренажерах.

В таблицах 9, 10 представлен анализ профессиональных рисков, выполненный на основе: ГОСТ 12.0.003-2015 [5, 6] и Приказа Министерства труда и социальной защиты российской федерации от 19 августа 2016 г. № 438н [6].

Таблица 9 – Анализ профессиональных рисков

Краткое содержание технологического процесса	«Перечень выявленных опасных и /или вредных производственных факторов согласно ГОСТ 12.0.003-74 (ГОСТ 12.0.003-2015)» [10]	Оборудование на рабочем месте, создающее риски для работника
1	2	3
Отработка моторных навыков вождения автомобиля на учебном тренажере	«движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования» [5] «острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования» [5] «отсутствие или недостаток естественного освещения» [5] «статические перегрузки вызванные неудобной рабочей позой, физические перегрузки вызванные стереотипностью повторяемых движений» [5]	Автотренажер для отработки моторных навыков, его элементы: сиденье, рулевое колеса, педали, рычаг КП и другие детали

Таблица 10 – Профессиональные риски при выполнении техпроцесса и способы борьбы с ними

Профессиональные риски (ОиВПФ)	Организационные мероприятия по снижению рисков	Средства защиты
1	2	4
«Статические нагрузки, связанные с неудобной рабочей позой» [5]	Организация перерывов, зарядка, правильное использование регулировок автотренажера	—
«Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [5] «Перенапряжение зрительных анализаторов» [5]	«Оптимальная схема расположения оборудования, наличие источников искусственного освещения над рабочим местом, а также естественных оконных проемов» [13] Своевременная замена ламп, соблюдение норм освещенности на рабочих местах Рациональная организация режима труда, проведение занятий преимущественно в дневное время	На рабочем столе оператора располагается лампа искусственного освещения
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования» [5]	«Монтаж оборудования строго по рекомендуемой схеме расстановки с соблюдением нормативных расстояний и проходов» [13] «Инструктаж курсантов на рабочих местах, а также проведения всех видов планового и внепланового инструктажа» [13] «размещение на участке предупреждающих знаков и табличек на видных местах, а также на корпусах технологического оборудования» [6] «Кромки и острые края тренажеров и различного оборудования должны быть притуплены и по возможности иметь прорезиненные вставки» [6]	Согласно нормативным документам не требуются. Обучение курсантов проходит в повседневной одежде

4.3 Рекомендации по безопасной работе при выполнении основного техпроцесса

Меры разрабатываем с учетом конструктивных особенностей оборудования, требований нормативной технической документации, а также руководств по эксплуатации стендов-аналогов рассмотренных в разделе 2:

Тренажер устанавливается на подготовленную площадку в учебном классе автошколы согласно монтажной схеме и сборочного чертежа. При установке выставить уровень и подогнать необходимую высоту за счет регулировки гаек опор тренажера.

К работе с тренажером допускаются лица, ознакомленные с настоящим руководством и прошедшим инструктаж по соблюдению правил техники безопасности.

Все ремонтные и обслуживающие работы проводить в нерабочее время учебного класса автошколы специализированным персоналом [23].

Для обеспечения надежной и безаварийной работы тренажера, перед тем как приступить к работе, курсант обязан изучить устройство и правила эксплуатации тренажера. Непосредственно на рабочем месте во время первого занятия курсант должен быть ознакомлен с правилами техники безопасности, пожарной безопасности и промышленной санитарии.

Перед началом выполнения упражнений необходимо проверить: исправность рулевого колеса и системы регулировки наклона рулевой колонки, работоспособность сиденья и рычагов переключения передач и стояночного тормоза на наличие трещин, отсутствия крепежа и других механических повреждений (которые не допускаются в процессе эксплуатации).

Учебный процесс отработки упражнений должен осуществляться в присутствии преподавателя (инструктора), который должен демонстрировать их визуально.

4.4 Пожарная и экологическая безопасность

В таблице 11 представлены характеристика участка по пожарной безопасности, а также средства обеспечения ПБ. Индивидуальные средства защиты преподавателей и курсантов автошколы не предусмотрены действующими нормативными документами.

Таблица 11 – Характеристика участка и принятые меры пожарной безопасности

Возможные источники пожара	Класс пожара	«Идентифицированные опасные факторы при возникновении пожара в подразделении» [10]	«Возможный сопутствующий ущерб при пожаре выбранного класса» [10]	Средства повышения пожарной безопасности
1	3	4	5	
Учебный класс автошколы	класс А	«повышенная температура окружающей среды, тепловой поток, искры и пламя» [10]	«осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения» [10]	Огнетушитель ОП-2 (з) АВСЕ Беспроводной датчик дыма для GS-115 REXANT GS-245 46-0245

Соберем сводную информацию по наносящим вред окружающей среде факторам в таблице 12.

Таблица 12 – Экологический вред от технологического процесса

Краткое содержание технологического процесса	«Перечень выявленных источников негативного влияния оказываемого технологическим процессом» [11]	Область негативного влияния		
		атмосфера	гидросфера	литосфера
Учебный класс автошколы	бытовые отходы, одежда и т.д.	Отсутствуют	Отсутствуют	Твердые бытовые отходы (полиэтилен, бумага, ветошь), отработанные и люминесцентные лампы [19]

Предложим типовой комплекс мероприятий по снижению негативного влияния техпроцесса на окружающую среду, зафиксируем данные в виде таблицы 13.

Таблица 13 – Перечень защитных мер

Сфера Земли	«Перечень мероприятий и правил повышения экологической безопасности в подразделении автосервиса по каждой целевой группе» [7]
1	2
Литосфера	Использованные ртутные и люминесцентные лампы подлежат утилизации на спецпредприятиях Бытовые отходы регулярно вывозятся на мусорные полигоны подрядными организациями Использованная бумага складировается и свозится в пункты приемки макулатуры [13, 14, 19]

Выводы по разделу:

В разделе проведен анализ профессиональных рисков, воздействующих на курсантов и преподавателей автошколы, представлены мероприятия по снижению рисков, выполненные на основе действующих нормативных документов, проведен анализ пожарной и экологической безопасности объекта.

Заключение

В бакалаврской работе основное внимание уделено проектированию и конструированию автотренажера для отработки моторных навыков водителей, а также обучению курсантов в учебном классе автошколы.

Итогом выполнения первого раздела работы является рабочий проект учебного класса автошколы. Используя заданные параметры участка, выполнены расчеты персонала класса и необходимой производственной площади. На площади участка 36,0 м² по штату работают 2 преподавателей. Даны рекомендации по организации работ подразделения, а также квалификации нанимаемых работников. Особое внимание уделено комплектованию табеля технологического оборудования. На листе графической части «Планировка производственного участка» представлена схема расположения оборудования, его экспликация, основные размеры помещения и габариты оборудования.

Основным разделом в работе является «Конструкторский». В разделе оформлена техническая конструкторская документация на разработку автотренажера для отработки моторных навыков водителей. На подготовительном этапе проведена оценка современного конструкторского и технологического уровня оборудования, а также рассмотрены имеющиеся в продаже аналоги. Графический лист «Циклограмма оборудования» позволил определить плюсы и минусы существующего оборудования и выбрать базу для конструкторских разработок. Проведенный экспертно-графический анализ выявил наличие существенных преимуществ у оборудования «Тренер» среди всей модельной линейки автотренажеров. При разработке своей конструкции воспользуемся лучшими существующими конструкторскими решениями почерпнутыми из стендов-аналогов.

От лица заказчика работ оформлено техническое задание на стенд. В техническом задании перечислены планируемые условия эксплуатации оборудования, заданы минимальные технические характеристики, дана

характеристика условиям и технологии работы. Конкретные предложения по компоновке стенда и конструкции отдельных узлов оборудования рассмотрены в рамках технического предложения, которое оформлено от лица поставщика или конструктора оборудования. В ходе проектирования стенда выполнен выбор необходимых покупных изделий, агрегатов и деталей с заданными характеристиками, проведены требуемые расчеты. Основные сборочные чертежи оборудования и рабочие чертежи деталей входят в графическую часть проекта. Спецификация представлена на рисунках А.1, А.2 Приложения А.

В рамках работы проанализирована текущая программа обучения курсантов автошкол. Составлена специализированная технологическая карта «Технологическая карта обучения на автотренажере», описывающая последовательность технологических операций при обучении курсантов моторным навыкам вождения.

Использование техкарты позволит снизить требования к квалификации персонала участка путем выполнения последовательного перечня технологических простейших операций. Использование разработанного оборудования позволило снизить общую трудоемкость работ по обучению одного курсанта до 270,0 человеко-минут.

Проанализированы профессиональные риски, воздействующие на курсантов и преподавателей автошколы, представлены мероприятия по снижению рисков, выполненные на основе действующих нормативных документов, проведен анализ пожарной и экологической безопасности объекта. Разработаны типовые меры безопасности при выполнении операций на спроектированном стенде.

Таким образом, в ходе работы спроектировано современное, простое в изготовлении и эксплуатации технологическое оборудование для отработки моторных навыков водителей не уступающее зарубежным аналогам.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Автомобили. Технический сервис : учебное пособие / А. В. Кузьмин, С. Н. Шуханов, А. И. Мартыненко, В. Д. Коваливнич. – Иркутск : Иркутский ГАУ, 2015. – 191 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143172> (дата обращения: 29.03.2022). – Текст : электронный.
2. Атапин, В. Г. Основы конструирования : учебное пособие / В. Г. Атапин. – Новосибирск : НГТУ, 2021. – 182 с. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778244337.html> (дата обращения: 10.04.2022). – ISBN 978-5-7782-4433-7. – Текст : электронный.
3. Андреева, Н. А. Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования : учебное пособие / Н. А. Андреева. – Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. – 180 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/145115> (дата обращения: 21.12.2021). – Текст : электронный.
4. Андреева, Н. А. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта : учебное пособие / Н. А. Андреева, А. В. Кудреватых, А. С. Ащеулов. – Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – 129 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/193886> (дата обращения: 18.02.2022). – ISBN 978-5-00137-226-4. – Текст : электронный.
5. Безопасность жизнедеятельности : электрон. учеб.-метод. пособие / И. Л. Шапорева, Л. Н. Горина, Н. Е. Данилина, И. И. Рашоян. – Тольятти : ТГУ, 2018. – 282 с. – URL: <http://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/8806> (дата обращения: 15.12.2021). – ISBN 978-5-8259-1276-9. – Текст : электронный.
6. Безопасность технологических процессов и оборудования : учебное пособие / Э. М. Люманов и др. – 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 224 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/205970> (дата обращения: 05.01.2022). – Текст : электронный.

7. Богданов, А. Ф. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного транспорта : учебное пособие / А. Ф. Богданов, С. В. Урушев. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2015. – 118 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/66420> (дата обращения: 08.04.2022). – ISBN 978-5-7641-0694-6. – Текст : электронный.

8. Бычков, В. П. Предпринимательская деятельность на автомобильном транспорте : перевозки и автосервис : учебное пособие / В. П. Бычков. – Москва : Академический Проект, 2020. – 573 с. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829129050.html> (дата обращения: 08.04.2022). – ISBN 978-5-8291-2905-0. – Текст : электронный.

9. Ванцов, В. И. Типаж и эксплуатация технологического оборудования : учебное пособие / В. И. Ванцов, И. И. Кащеев ; составители И. И. Кащеев, И. И. , В. И. Ванцов. – Рязань : РГАТУ, 2019. – 229 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/137461> (дата обращения: 08.04.2022). – Текст : электронный.

10. Горина, Л. Н. Раздел бакалаврской работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина. – Тольятти : ТГУ, 2021. – 41 с. – Текст : электронный.

11. Иванов, А. С. Типаж и эксплуатация технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / А. С. Иванов. — Пенза : ПГАУ, 2019. – 117 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/131181> (дата обращения: 17.03.2022). – Текст : электронный.

12. Коваленко, Н. А. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей: Учебное пособие / Н. А. Коваленко. – Москва : НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. – 229 с. – URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/525206> (дата обращения: 24.03.2022). – ISBN 978-5-16-011446-0. – Текст : электронный.

13. Кощаева, О. В. Охрана труда на автотранспортных предприятиях : учебное пособие / О. В. Кощаева. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 179 с. –

URL: <https://e.lanbook.com/book/196492> (дата обращения: 09.01.2022). – ISBN 978-5-907247-92-5. – Текст : электронный.

14. Лупанов, А. П. Ресурсосберегающие технологии на предприятиях дорожного хозяйства / А. П. Лупанов, В. В. Силкин. – М. : Издательство АСВ, 2016. – 256 с. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301819.html> (дата обращения: 16.03.2022). – ISBN 978-5-4323-0181-9. – Текст : электронный.

15. Малкин, В. С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : электрон. учеб.-метод. пособие / В. С. Малкин. – Тольятти : ТГУ, 2019. – 62 с. : ил. - Прил. : с. 54-62. – URL: <http://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/8846> (дата обращения: 05.03.2022). – Режим доступа: Репозиторий ТГУ. – ISBN 978-5-8259-1379-7. – Текст : электронный.

16. Малкин, В. С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : электрон. учеб. пособие / В. С. Малкин. – Тольятти : ТГУ, 2016. – 451 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/139784> (дата обращения: 05.03.2022). – ISBN 978-5-8259-0951-6. – Текст : электронный.

17. Мишин, М. М. Проектирование предприятий технического сервиса : учебно-методическое пособие / М. М. Мишин, П. П. Кузнецов. – Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2008. – 24 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/47180> (дата обращения: 03.03.2022). – Текст : электронный.

18. Производственное Объединение «Зарница». Каталог оборудования: сайт. – URL: <https://zarnitza.ru/catalog/avtoshkola-i-avtodrom/avtotrenazhery/uchebnye-trenazhery-legkovykh-avtomobilejj/> (дата обращения: 17.04.2021). – Текст : электронный.

19. Ресурсосбережение при проведении технического обслуживания : учебное пособие / С. В. Бедоева, Д. А. Салатова, З. И. Магомедова [и др.]. – Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2019. – 93 с. – URL:

<https://e.lanbook.com/book/117754> (дата обращения: 04.01.2022). – Текст : электронный.

20. Смирнов, Ю. А. Эксплуатация автомобилей, машин и тракторов / Ю. А. Смирнов. – 1-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 236 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/202997> (дата обращения: 18.04.2022). – ISBN 978-5-8114-9713-3. – Текст : электронный.

21. Трофимов, Б. С. Производственно-техническая инфраструктура автотранспортного предприятия: общие положения и типовые решения : учебно-методическое пособие / Б. С. Трофимов, Н. Г. Певнев. – Омск : СибАДИ, 2021. – 56 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/192321> (дата обращения: 02.01.2022). – ISBN 978-5-00113-179-3. – Текст : электронный.

22. Шестернинов, А. В. Основы конструирования и расчета элементов технологического оборудования : учебное пособие / А. В. Шестернинов. – Ульяновск : УлГТУ, 2018. – 167 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165081> (дата обращения: 22.01.2022). – ISBN 978-5-9795-1837-4. – Текст : электронный.

23. Шиловский, В. Н. Сервисное обслуживание и ремонт машин и оборудования : учебное пособие / В. Н. Шиловский, А. В. Питухин, В. М. Костюкевич. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 240 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206006> (дата обращения: 28.04.2022). – ISBN 978-5-8114-3279-0. – Текст : электронный.

24. Юнусов, Г. С. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования. Курсовое проектирование : учебное пособие / Г. С. Юнусов, А. В. Михеев, М. М. Ахмадеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 160 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/167904> (дата обращения: 08.02.2022). – ISBN 978-5-8114-1216-7. – Текст : электронный.

Приложение А
Спецификация на оборудование

		Перв. примен.			Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
		Формат	Зона	Поз.						
					<i>Документация</i>					
					A1	22.БР.ПЭА.397.6100.000	Чертеж сборочный	3		
					<i>Сборочные единицы</i>					
						1	22.БР.ПЭА.397.6101.000 СБ	Рама автотренажера	1	
Справ. №						2	22.БР.ПЭА.397.6102.000 СБ	Столешница в сборе	1	
						3	22.БР.ПЭА.397.6103.000 СБ	Основание пола	1	
					<i>Детали</i>					
						4	22.БР.ПЭА.397.6100.004	Стенка передняя	1	
						5	22.БР.ПЭА.397.6100.005	Ось	1	
						6	22.БР.ПЭА.397.6100.006	Втулка дистанционная	3	
					<i>Стандартные изделия</i>					
						7		Болт М8х100 ГОСТ 7801-81	14	
						8		Болт М6х35 ГОСТ 15589-70	3	
						9		Болт М6х16 ГОСТ 15589-70	4	
						10		Болт М8х22 ГОСТ 15589-70	2	
						11		Болт М8х60 ГОСТ 15589-70	2	
						12		Болт со звездообразной головкой В М8х70-10.9 ГОСТ 52854-2007	4	
						13		Болт со звездообразной головкой В М8х40-10.9 ГОСТ 52854-2007	4	
						14		Гайка М8-6Н ГОСТ 5915-70	22	
					22.БР.ПЭА.397.6100.000					
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Изм. № листа		Разраб.	Кадылкин С.А.				Лист	Лист	Листов	
		Пров.	Бадровский А.В.				4	1	2	
		Н.контр.	Бадровский А.В.				ТГУ, ИМ			
		Утв.	Бадровский А.В.				зр. ЭТКДп-1702а			
<i>Автотренажер</i>							Копировал			
							Формат А4			

Рисунок А.1 – Первый лист спецификации на автотренажер

