

УДК 614.842.866

DOI: <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2026.58.34.005>EDN: <https://elibrary.ru/nhqhxf>

ОСОБЕННОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА «ТЕРМОМАНЕКЕН»

Владимир Иванович Логинов, Кирилл Эдуардович Архиреев, Дмитрий Юрьевич Русанов, Ирина Дмитриевна Игнатова

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Аннотация. В статье представлены основные направления модернизации испытательного стенда «Термоманекен», используемого для проведения комплексной оценки теплозащитных характеристик различных видов средств индивидуальной защиты пожарных и позволяющего моделировать условия, приближенные к реальному пожару. Определены пути доработки испытательного стенда в части расширения его функциональных возможностей, а также совершенствования методической базы для обеспечения контроля параметров термических воздействий и теплового состояния пододежного пространства в процессе испытаний в режиме реального времени.

Ключевые слова: стенд «Термоманекен», средства индивидуальной защиты пожарного, датчики теплового потока, полноразмерный манекен тела человека, защитные свойства, модернизация оборудования

Для цитирования: Особенности модернизации испытательного стенда «Термоманекен» / В.И. Логинов, К.Э. Архиреев, Д.Ю. Русанов, И.Д. Игнатова // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2026. № 3 (29). С. 39–47. DOI 10.37657/vniipo.avpb.2026.58.34.005. EDN NHQHXF.

FEATURES OF MODERNIZATION OF THE “THERMOMANIKEN” TEST STAND

Vladimir I. Loginov, Kirill E. Arkhireev, Dmitry Yu. Rusanov, Irina D. Ignatova

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

Abstract. The article presents the main directions of modernization of “Thermomaniken” test stand, used for a comprehensive assessment of the thermal protection characteristics of various types of personal protective equipment for firefighters. It allows to simulate the conditions close to a real fire. There were identified ways of improving the test bench in terms of expanding its functional capabilities, as well as improving the methodological base for ensuring control of parameters of the thermal effect and thermal state or the under-garment space during testing in real time.

Keywords: “Thermomaniken” test stand, firefighter’s personal protective equipment, heat flow sensors, full-size human body mannequin, protective properties, equipment modernization

For citation: Loginov V.I., Arkhireev K.E., Rusanov D.Yu., Ignatova I.D. Features of modernization of the “Thermomaniken” test stand. Aktual'nye voprosy pozharnoi

bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2026, no. 3, pp. 39-47. (InRuss.). DOI 10.37657/vniipo.avpb.2026.58.34.005. EDN NHQHXF.

Введение

Испытания на стенде «Термоманекен» являются составной частью комплексной оценки качества различных видов средств индивидуальной защиты пожарных (далее – СИЗ), выполняющих функцию теплозащитного барьера при выполнении пожарным своих профессиональных задач [1].

Стенд «Термоманекен» позволяет физически моделировать основные тепловые факторы пожара, такие как повышенная температура окружающей среды, тепловое излучение, воздействие открытого пламени.

На сегодняшний день оценка теплозащитных характеристик СИЗ является обязательной для подтверждения их соответствия требованиям технического регламента ТР ЕАЭС 043/2017 [2].

Основные характеристики стенда «Термоманекен»

Схема стенда «Термоманекен» (далее – стенд) приведена на рисунке. Описание стенда и испытательного оборудования приведено в национальном стандарте [3].

Стенд позволяет обеспечивать моделирование следующих термических воздействий: теплового потока с регулируемой мощностью при помощи радиационных нагревательных панелей и открытого пламени при помощи переносных газовых горелок.

На стенде проводятся испытания СИЗ при моделируемых тепловых воздействиях с постоянным автоматическим контролем параметров окружающей рабочей среды. При проведении испытаний специальной защитной одежды (СЗО) ведется контроль изменения параметров пододежного пространства. С помощью специальной компьютерной программы фиксируются изменения температуры и теплового потока в пододежном пространстве СЗО во времени, измеряемые при помощи датчиков теплового потока и температуры, расположенных на поверхности манекена в 11 точках и рассчитанных для определения средневзвешенной температуры тела человека [4]. Результаты измерений (температура и проходящий тепловой поток) выводятся на монитор компьютера в режиме реального времени в табличной, графической формах, а также в виде цветной заливки на мониторе по манекену. Это позволяет выделить конструктивные элементы СЗО с наиболее слабой тепловой защитой, определить места максимального теплового воздействия и получить картину вероятных термических поражений на различных участках тела человека.

Критериями оценки теплозащитных свойств СЗО приняты следующие: локальная температура в любой точке измерения на поверхности манекена (температура подкошюмного пространства) не должна превышать 50 °С; проходящий тепловой поток не должен превышать 1,5 кВт · м⁻² [3].

Температурные пределы теплового состояния определены следующими рамками: комфортное состояние – до 37 °С, тепло – свыше 37 °С до 42 °С, горячо (боль) – свыше 42 °С до 50 °С, нестерпимая боль – от 51 °С.

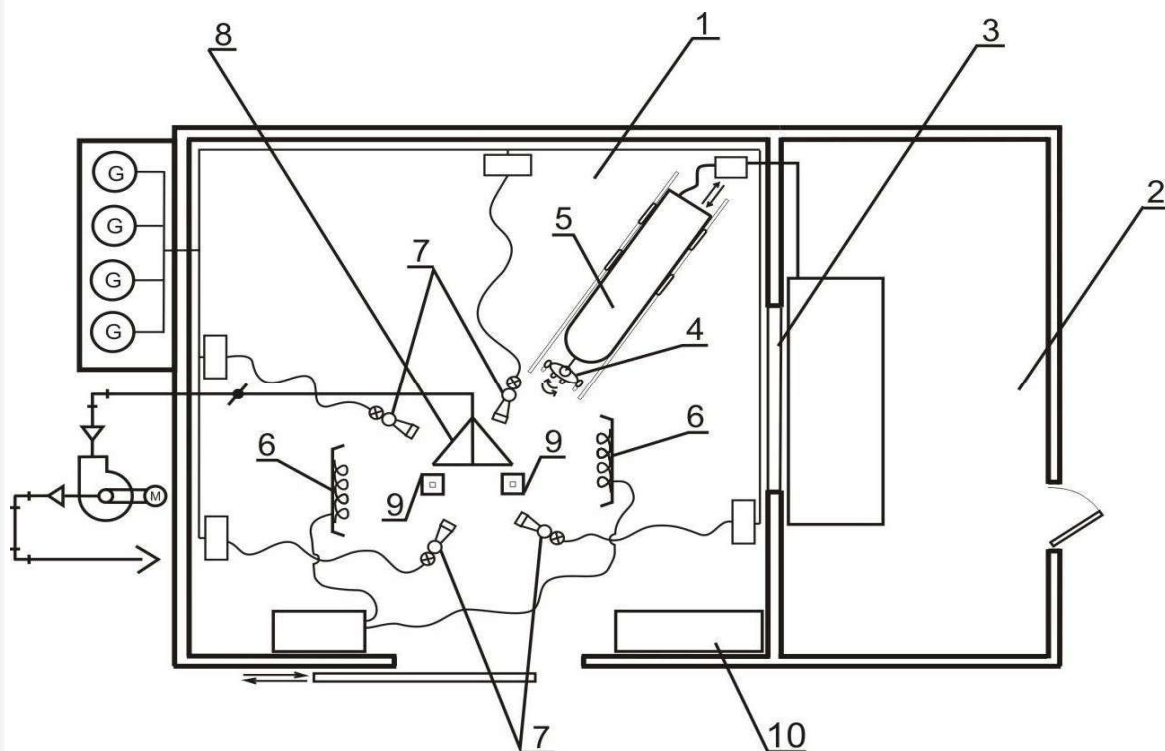


Схема испытательного стенда «Термоманекен»:

- 1 – испытательная камера; 2 – помещение оператора; 3 – смотровое окно;
4 – полноразмерный манекен; 5 – стойка для автоматического перемещения манекена в нужном направлении; 6 – перемещаемые радиационные тепловые панели; 7 – перемещаемые стойки газовых горелок;
8 – система вентиляции; 9 – переносные стойки с датчиками температуры и теплового потока для контроля параметров окружающей рабочей среды;
10 – система экстренного тушения при возникновении нештатной ситуации**

Согласно действующей нормативной документации, испытаниям на стенде подвергаются следующие изделия:

- СЗО: боевая одежда пожарного (БОП) всех типов, видов и классов защиты; специальная защитная одежда от повышенных тепловых воздействий (СЗО ПТВ) легкого, полутяжелого и тяжелого типов исполнения; специальная защитная одежда изолирующего типа с обеспечением тепловой защиты (СЗО ИТ);

- средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения: аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания (ДАСВ), аппараты дыхательные со сжатым кислородом с замкнутым циклом дыхания (ДАСК), самоспасатели изолирующие со сжатым воздухом, самоспасатели изолирующие с химически связанным кислородом;

- средства индивидуальной защиты головы – каски пожарные.

В зависимости от типа и вида СЗО для проведения испытаний изделия при необходимости комплектуются дополнительными средствами защиты, такими как средства защиты рук, ног, головы и тела в соответствии с эксплуатационной документацией на продукцию. ДАСВ, ДАСК, самоспасатели и каски испытываются в комплекте с БОП.

Помимо испытаний, установленных требованиями нормативно-технических документов, стенд также используется для проведения научных и экспериментальных исследований, позволяющих расширить область его применения.

Стенд находится в эксплуатации на базе испытательной лаборатории ФГБУ ВНИИПО МЧС России с 2004 года. За это время было проведено несколько этапов его модернизации, касающейся замены устаревшего или вышедшего из строя оборудования, а также усовершенствования механизмов и программного обеспечения [5].

В настоящее время планируется проведение очередной достаточно масштабной модернизации стенда, обусловленной необходимостью технического дооснащения с целью обеспечения современного уровня исследований, а также получения более точного и широкого комплекса данных при проведении экспериментальных и типовых испытаний.

Направления модернизации стенда

Модернизация манекена и системы управления им

Манекен, используемый в настоящее время в составе стенда, представляет собой имитацию полноразмерной мужской фигуры среднего роста и размера, изготовленную из листов металла, с шарнирным соединением «рук» и «ног» с «туловищем». В 11 точках расположены встроенные датчики теплового потока и термоэлектрические преобразователи (термопары). В нижней области «спины» имеется отверстие, закрываемое крышкой, предназначенное для подвода кабелей датчиков теплового потока и термопар.

Так как манекен изготовлен из металла, он не отражает процессы, происходящие на поверхности кожи и под кожей человека в процессе нагрева [5]. Создание манекена, поверхность которого была бы максимально приближена к кожному покрову человека, не представляется возможным. Тем не менее стандарты [6, 7] предполагают использование манекена из неметаллических материалов, например, из огнестойких виниловых смол, армированных стекловолокном.

Таким образом, были сформулированы основные требования к манекену, входящему в состав стенда.

Манекен должен по форме и размерам (табл. 1) копировать внешний вид тела взрослого мужчины в вертикальном положении.

Таблица 1

Размеры манекена

№ п/п	Наименование области измерения	Размеры, см
1	Обхват груди	$110 \pm 4,0$
2	Обхват талии	$101 \pm 2,5$
3	Обхват руки (в области плеча)	$46 \pm 2,0$
4	Длина спины (туловище)	$65 \pm 2,0$
5	Длина ноги (от промежности от лодыжки)	$79 \pm 1,5$
6	Обхват бедер	$108 \pm 2,5$
7	Длина руки	68 ± 5

Примечание. Остальные размеры при необходимости – в соответствии с ГОСТ 31399 «Классификация типовых фигур мужчин по ростам, размерам и плотным группам для проектирования одежды».

Манекен должен быть изготовлен из негорючих термически стабильных, огнестойких композитных материалов.

Манекен должен быть полым и иметь круглые отверстия для размещения в нем средств измерений (табл. 2): датчиков теплового потока, термоэлектрических преобразователей, электрических проводов, клеммных соединений и т. п. Отверстия для размещения и крепления датчиков теплового потока должны быть механически усилены и обеспечивать их плотную посадку.

Таблица 2

Место расположения средств измерений

№ п/п	Место расположения датчиков теплового потока и термопар
1	Лоб
2	Грудь
3	Живот
4	Поясница
5	Спина
6	Предплечье
7	Плечо
8	Кисть
9	Бедро
10	Стопа
11	Голень

В районе «лопаток» и «поясницы» манекена должно быть предусмотрено закрываемое люком отверстие для монтажа и демонтажа средств измерений. Размер люка должен позволять осуществлять удобный монтаж и демонтаж датчиков. Возможно изготовление манекена разборным для обеспечения доступности к средствам измерений.

Сочленения «рук» и «ног» (плечевые, локтевые и коленные суставы) должны быть на металлических шарнирах. «Тело» манекена, сочленения «рук» и «ног» должны выдерживать многократно механическую нагрузку, в том числе при термических воздействиях, создаваемую СИЗ, с учетом их массы (табл. 3) и комплектации согласно технической документации на изделия.

Таблица 3

Масса основных видов СИЗ, испытываемых на стенде

№ п/п	Наименование СИЗ	Масса, кг, не более
1	БОП тип У	5,00
2	БОП тип Х	7,00
3	СЗО ПТВ легкого типа	4,00
4	СЗО ПТВ полутяжелого типа	10,00
5	СЗО ПТВ тяжелого типа	16,00
6	СЗО ИТ от агрессивных сред	15,00
7	СЗО ИТ от ионизирующего излучения	25,00
8	Комплект белья термостойкого	2,50
9	Рабочий костюм	3,00
10	Средства защиты рук пожарного	0,60
11	Подшлемник пожарного	0,35
12	Средства защиты ног пожарного	2,00
13	Каска пожарная	1,80
14	ДАСВ	18,00
15	ДАСК	14,00

Конструкция «головы» манекена должна обеспечивать его соединение с передвижным устройством, обеспечивающим перемещение манекена при помощи привода управления. Соединительные элементы должны быть выполнены из

металла. «Голова», «шея» и «плечевой пояс» манекена должны быть усилены внутренними ребрами жесткости или отливками. Шарниры на манекене должны без разрушений выдерживать не менее 5000 циклов применения. Срок службы манекена должен составлять не менее 10 лет. При установке манекена на стенде он должен быть заземлен. Масса манекена не должна превышать 70 кг.

Привод управления манекеном обеспечивает автоматический ввод манекена в рабочую зону и вывод из нее. Привод должен позволять оператору в дистанционном режиме поднимать и опускать манекен от пола до полки передвижного устройства, вращать манекен в обе стороны суммарно на угол от 70 до 90 градусов относительно вертикальной центральной оси манекена с частотой циклов (15 ± 5) об/мин.

Модернизация системы измерений

Система измерений стенда включает два блока датчиков, данные с которых при помощи специальной программы регистрируются и выводятся на монитор компьютера.

1) Неохлаждаемые датчики теплового потока и термоэлектрические преобразователи, встраиваемые в полноразмерный манекен и подключенные к вторичным приборам. Датчики предназначены для измерения параметров пододежного пространства: проходящего через СИЗ теплового потока и температуры.

Встраиваемые в манекен датчики теплового потока должны обеспечивать измерение значений теплового потока в диапазоне от 0 до 5 кВт · м².

Термоэлектрические преобразователи, встроенные в манекен, должны быть не ниже 2-го класса допуска.

Технические характеристики, конструктивное исполнение, поверка датчиков теплового потока и термопар должны обеспечивать корректное измерение теплового потока, позволяющего проводить расчеты ожоговой травмы и температуры пододежного пространства с учетом указанных для них предельно допустимых значений [3] и с учетом спектра излучений радиационных панелей в пределах температуры тела накали 800–900 °С.

2) Датчики теплового потока и термоэлектрические преобразователи, размещаемые на специальных стойках и предназначенные для контроля значений падающего на манекен теплового потока и температуры пламени в рабочей зоне.

Датчики теплового потока должны иметь систему охлаждения, которую возможно подключить к водопроводной системе.

Термоэлектрические преобразователи должны обеспечивать измерение температуры пламени от газовых горелок до 1000 °С.

Предполагается также проведение модернизации имеющейся на стенде измерительно-расчетной части или разработка нового математического обеспечения, позволяющего контролировать в процессе испытаний в режиме реального времени значения падающего и проходящего в пододежное пространство теплового потока, а также температуру пламени и температуру пододежного пространства. Замеряемые с помощью датчиков теплового потока и термопар, расположенных на манекене и на стойках, параметры должны обеспечить возможность расчета получения ожоговой травмы при испытаниях СИЗ, что расширит технические возможности стенда и позволит более глубоко исследовать защитные свойства изделий.

Результаты измерения теплового потока, температуры и ожоговой травмы должны выводиться на монитор компьютера в режиме реального времени в табличном, графическом виде и в виде пиктограмм [3].

Программа расчета ожоговой травмы должна соответствовать [5] и сопределяться с программой для измерения теплового потока и температуры во время испытаний.

Датчики теплового потока, термоэлектрические преобразователи, а также иные средства измерений должны состоять в Государственном реестре средств измерений.

Средства измерений, встраиваемые в полноразмерный манекен и размещенные на стойках, должны быть установлены таким образом, чтобы их демонтаж для периодических проверок осуществлялся свободно, без применения специального инструмента и без необходимости привлечения сторонних технических специалистов, силами персонала, эксплуатирующего стенд.

Модернизация вспомогательного оборудования

Предполагается провести дооснащение и усовершенствование имеющегося оборудования с целью обеспечения комфортных и безопасных условий работы персонала при проведении испытаний на стенде.

Для этого планируется проведение модернизации двух перемещаемых стоек, на которых размещаются датчики теплового потока и термоэлектрические преобразователи, предназначенные для контроля значений падающего на манекен теплового потока и температуры пламени в рабочей зоне. Предполагается изготовление и монтаж колес к перемещаемым стойкам с датчиками контроля параметров окружающей среды. Стойки на колесах должны легко перемещаться одним человеком и их конструкция должна включать съемные элементы крепления датчиков теплового потока и термопар, а также позволять перемещать датчики по высоте стоек. Высота стоек должна составлять не менее 2 м.

Предполагается также изготовление и монтаж колес к перемещаемым стойкам с газовыми горелками.

Для защиты манекена от тепловых воздействий до начала испытаний необходимо предусмотреть специальную защитную шторку из теплоотражающего материала, оснащенную приводом для ее автоматического выдвижения.

Модернизация системы подачи газа для испытаний на устойчивость к воздействию открытого пламени предполагает ее оснащение приборами контроля давления газа в системе, которое должно составлять от 0,16 до 0,2 МПа, общий расход газа должен составлять до $90 \text{ дм}^3 \cdot \text{с}^{-1}$.

Помещение, в котором установлен стенд, должно быть оснащено системой кондиционирования, обеспечивающей следующие условия окружающей среды:

- температура от 18 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 40 до 80 %.

Выводы

Определены основные направления модернизации стенда, проведение которой позволит:

- 1) прогнозировать более точно возможные тепловые поражения пожарного различной степени тяжести путем расчета получения ожоговой травмы при испытаниях СЗО, что расширит технические возможности стенда;
- 2) проводить более глубокий и детальный анализ теплозащитных характеристик СИЗ;
- 3) обеспечить слаженное и стабильное функционирование оборудования, входящего в состав стенда;

4) обеспечить комфортные и безопасные условия работы персонала при проведении испытаний на стенде.

Список литературы

1. Современные методы оценки теплозащитных свойств средств индивидуальной защиты пожарных / К.Э. Архиреев, И.Д. Игнатова, В.И. Логинов, Е.С. Михайлов, Е.В. Силакова, Д.В. Андреев // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново, 20 апреля 2021 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия, 2021. С. 3–7. EDN SNNXPE (дата обращения: 07.04.2026).

2. ТР ЕАЭС 043/2017. О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения: Технический регламент Евразийского экономического союза: принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 23 июня 2017 г. № 40 // Кодекс: электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456080708> (дата обращения: 14.04.2026).

3. ГОСТ Р 53264-2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний // Кодекс: электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200072079> (дата обращения: 14.04.2026).

4. Логинов В.И. Общие принципы и особенности разработки различных видов специальной защитной одежды пожарных // Пожарная безопасность. 2002. № 5. С. 51–57 // Google Академия: поисковая система. URL: <https://scholar.google.com> (дата обращения: 20.04.2026).

5. Прогнозирование ожоговых травм при испытаниях специальной защитной одежды пожарных на стенде «Термоманекен» / Логинов В.И., Архиреев К.Э., Игнатова И.Д., Некрасов А.К. // Безопасность труда в промышленности. 2021. № 10. С. 21–26. DOI 10/24000/0409-2961-2021-10-21-26. EDN IXUDIW (дата обращения: 07.04.2026).

6. ГОСТ ISO 13506-1-2021. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от кратковременного воздействия открытого пламени. Часть 1. Метод испытания специальной одежды. Измерение переданной энергии с применением манекена, оснащенного приборами // Кодекс: электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181339> (дата обращения: 15.04.2026).

7. ГОСТ ISO 13506-1-2021. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от кратковременного воздействия открытого пламени. Часть 2. Прогнозирование ожоговых травм кожи. Требования к расчетам и примеры // Кодекс: электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181437> (дата обращения: 15.04.2026).

Статья поступила в редакцию 18.05.2026;

одобрена после рецензирования 18.06.2026;

принята к публикации 20.07.2026.

Логинов Владимир Иванович – главный научный сотрудник; **Архиреев Кирилл Эдуардович** – начальник отдела; **Русанов Дмитрий Юрьевич** – начальник сектора; **Игнатова Ирина Дмитриевна** – старший научный сотрудник.

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Vladimir I. Loginov – Main Researcher; **Kirill E. Arkhireev** – Head of Department; **Dmitry Yu. Rusanov** – Head of Sector; **Irina D. Ignatova** – Senior Researcher.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.