

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ  
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

ФИЛИАЛ «ИНСТИТУТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

**МЕНЕДЖМЕНТ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:  
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ**

*Сборник материалов VII открытой Республиканской  
научно-практической интернет-конференции*

*11 декабря 2025 года*

Гомель  
УГЗ

УДК 614.8.084::005  
ББК 74.266.89  
М-50

### **Организационный комитет конференции:**

**Главный редактор** – начальник филиала «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты, А.И. Сычёв;

**Заместитель главного редактора** – заместитель начальника филиала «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты А.В.Бобрик;

**Ответственный редактор** – доцент кафедры безопасности жизнедеятельности филиала «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты, канд. филол. наук, доцент Ю.А.Коновалова;

**Технический редактор** – старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности филиала «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты А.А.Крот;

**Технический секретарь** – старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности филиала «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты И.В.Сидорейко.

#### **Редакционная коллегия:**

заместитель начальника филиала «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты П.М.Бобырь;

доцент кафедры безопасности жизнедеятельности филиала «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты, к. биол. наук, доцент Е.Г.Сарасеко;

преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности филиала «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты Е.Ю.Селицкая.;

старший преподаватель кафедры профессиональной подготовки филиала «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты В.Ф. Тимошков.

М-50 Менеджмент безопасности жизнедеятельности: перспективы развития и проблемы преподавания: Сборник материалов VII открытой Республиканской научно-практической интернет-конференции [Электронный ресурс]. – Минск : УГЗ, 2026. – Системные требования: PC, Windows 2000/XP и выше, Internet Explorer, видеокарта 2Mb.

ISBN 978-985-590-284-4.

В сборнике представлены материалы докладов участников VII открытой Республиканской научно-практической конференции «Менеджмент безопасности жизнедеятельности: перспективы развития и проблемы преподавания», состоявшейся 11 декабря 2025 года.

Материалы сборника посвящены обеспечению безопасности жизнедеятельности, радиационной безопасности и экологическим аспектам чрезвычайных ситуаций, пожарной безопасности и предупреждению чрезвычайных ситуаций, современным технологиям ликвидации чрезвычайных ситуаций, научно-техническим разработкам в области аварийно-спасательной техники и оборудования, предупреждению и оценке рисков чрезвычайных ситуаций, гражданской обороне, правовым, образовательным и психологическим аспектам безопасности жизнедеятельности.

Издание предназначено для преподавателей, научных сотрудников, курсантов (студентов), слушателей магистратуры и адъюнктуры (аспирантуры) учреждений образования и научных учреждений.

Тезисы представлены в авторской редакции.

УДК 614.8.084:005  
ББК 74.266.89

ISBN 978-985-590-284-4

©Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь» 2026

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция №1. Безопасность жизнедеятельности в техносфере

<i>Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю., Маторина О.С., Шавырина Т.А.</i> Основные пути попадания загрязняющих веществ в организм человека	7
<i>Борисова Е.А.</i> Рекультивация нефтешламowych амбаров на предприятии ОАО «Сургутнефтегаз»	10
<i>Веретенникова Е.И.</i> Методы предупреждения опасных ситуаций	13
<i>Гавриловец В.Г.</i> Особенности тушения пожаров в зоне разрушения	16
<i>Горбачев Р.Л., Коржов И.П., Цакунов А.А.</i> Совместимость пены высокой кратности и порошковых огнетушителей	17
<i>Дружаккина О.П.</i> Перспективы комплексного безопасного обращения с отходами отработанных автопокрышек (шин)	19
<i>Ефимов Т.А., Рубцов Ю.Н.</i> Совершенствование устройства водопенных коммуникаций пожарного насоса НЦПН – 40/100	22
<i>Жукалов В.И.</i> Противопожарное полотно для ликвидации возгорания легкового автомобиля	24
<i>Журавлева А.Н.</i> Экологические требования в проектировании объектов капитального строительства	26
<i>Зайко А.Д.</i> Необходимость усовершенствования оборудования спасателей в современном мире	28
<i>Зуборев А.И., Бобылев А.С., Старовойтов П.А.</i> Проблемы применения воды из открытых водоисточников для целей пожаротушения	31
<i>Зуборев А.И., Бобылев А.С., Старовойтов П.А.</i> Ступенчатая методика обучения работе с ручными пожарными лестницами	33
<i>Игнатюк А.З.</i> К вопросу обеспечения общественного порядка и общественной безопасности при проведении массовых мероприятий в Республике Беларусь	34
<i>Кабаникова Л.Ф.</i> Источники радоновой опасности в Беларуси и современные способы защиты жилых помещений	36
<i>Ковшиар Д.М., Ефимов Т.А.</i> Применение автоматических трансмиссий пожарных аварийно - спасательных автомобилей	40
<i>Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Стрельцов О.В., Маторина О.С.</i> Проблемы экологической безопасности в техносфере	42
<i>Кондратович А.А., Станкевич П.В., Баев Н.Н.</i> Применение беспилотных летательных аппаратов при взрывных работах	45
<i>Крот А.А.</i> Анализ использования средств защиты органов дыхания спасателей-пожарных	48
<i>Крот А.А.</i> Исследования обогащённого кислорода в аппаратах на сжатом воздухе	50
<i>Крот А.А.</i> Теоретические основы использования кислородных смесей в дыхательных аппаратах на сжатом воздухе	51
<i>Крот А.А.</i> Физиологические основы применения кислородно-обогащенных смесей	54
<i>Крот А.Н., Хроколов В.А.</i> Планирование мероприятий по санитарной обработке транспорта при аварии на химически опасном объекте	55
<i>Лаптёнок С.А., Родькин О.И., Кологривко А.А., Кляусова Ю.В., Мехдизадех Муждехи А.Г.</i> Пространственное моделирование для оценки экологической опасности последствий чрезвычайных ситуаций на объектах энергетики Исламской Республики Иран	59
<i>Лаптёнок С.А., Родькин О.И., Кологривко А.А., Кляусова Ю.В., Ся Вэй.</i> Сетевое пространственное моделирование маршрутов автомобильного транспорта города Цинхуангдао (Китайская Народная Республика) в целях повышения экологической безопасности	62
<i>Лысов М.Ф.</i> Механизм реализации государственной политики в сфере предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	64
<i>Метлушин С.В., Сокова Е.С.</i> Снижение уровней профессиональных рисков в процессе гальваники металлов	67
<i>Метлушин С.В., Филиппова М.В.</i> Разработка мероприятий по улучшению состояния безопасности труда в заготовительном цехе	70
<i>Москвилин Е.А.</i> Изменение концентрации радионуклидов в дымовом аэрозоле при пожарах на радиоактивно загрязненной местности	74
<i>Муфтахутдинова З.Р.</i> К вопросу энергосбережения при работе систем вентиляции	76
<i>Мякишев А.А., Мякишева Д.А., Волошина Д.С.</i> Повышение уровня безопасности на основе анализа травматизма	77
<i>Паршикова М.В., Насртдинов А.А. Рахимзянов Р.Р.</i> Экологическая и экономическая эффективность рекультивации иловых площадок на водоканалах Удмуртской Республики	80
<i>Паршикова М.В., Кузнецова Т.А.</i> Исследование технологии очистки сточных вод и выделение ценных компонентов из осадка для возвращения в технологический цикл	83
<i>Петрашевич В.Ф., Зуборев А.И.</i> Влияние загрязненной воды на работу универсальных пожарных стволов	85

<i>Пинчукова О.В.</i> Сочетанное действие вредных производственных факторов и мероприятия по их снижению на производстве нитрил акриловой кислоты	87
<i>Потапенко С.В.</i> Особенности тушения пожаров на объектах с массовым пребыванием людей	89
<i>Потапенко С.В.</i> Тушение газо-нефтяных фонтанов	91
<i>Путро Е.В.</i> Улучшение условий труда аппаратчика сушки производства синтетического волокна	93
<i>Рубцов Ю.Н., Ефимов Т.А.</i> Совершенствование индикации аварийного контроля двигателя внутреннего сгорания пожарной автоцистерны	96
<i>Саланович Д.А.</i> Негативное влияние производственной среды на организм человека: проблематика и пути решения	98
<i>Сарасеко Е.Г.</i> О перспективах использования белорусского трепела в качестве минеральной добавки в строительстве, сельском хозяйстве, животноводстве	100
<i>Статкевич М.А., Осяев В.А.</i> Динамика опасных факторов пожара в помещениях сложной геометрии	105
<i>Стерхова Т.Н., Шамигурина А.А., Кутергин Д.С.</i> Цифровые фильтры в современных системах телевизионного вещания: теоретические основы и практическая реализация	107
<i>Стерхова Т.Н., Васильченко Д.А., Фролов М.А.</i> Обоснование выбора усилителей переменного напряжения, основанных на операционных усилителях	110
<i>Тимошков В.Ф., Петрашевич В.Ф.</i> Риски и методы пожаротушения при строительстве зданий и сооружений из металлических конструкций с горючими утеплителями	113
<i>Томилов М.К., Джалетова Е.К.</i> Организация укрытия населения в защитных сооружениях и правила поведения в нем	115
<i>Удавцова Е.Ю., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Стрельцов О.В., Шавырина Т.А.</i> Мониторинг окружающей среды с помощью искусственного интеллекта	117
<i>Холодович Н.А.</i> Основы повышения эффективности оказания первой помощи	120
<i>Цакунов А.А., Коржов И.П., Горбацевич Р.Л.</i> Безопасная эвакуация людей от воздействия опасных факторов пожара	121
<i>Чёрный Ю.С.</i> Передовые технологии, связанные с ликвидацией разливов жидких агрессивных сред	125
<i>Чёрный Ю.С.</i> Меры по предотвращению чрезвычайных ситуаций при перевозках жидкостей в цистернах	127
<i>Чёрный Ю.С.</i> Робототехника для ликвидации чрезвычайных ситуаций	129
<i>Широбоков С.В., Русских Е.В., Карташев С.Е.</i> Устройство для локализации разлива нефти и нефтепродуктов на переходах трубопроводов через водную преграду по воздуху	130
<i>Шныпарков А.В.</i> Совершенствование безопасных методов работы при тушении пожаров и ликвидации ЧС в действующих электроустановках	133
<i>Шуклин С.Г., Хамидуллина А.Р., Серебрянникова М.Э., Дрямина М.П.</i> Разработка и исследование трудногорючего стеклопластика на основе эпоксидной смолы с применением углеродных нанотрубок	137
<i>Шумилова М.А., Чаусов Ф.Ф.</i> Регенерационная утилизация отработанных электролитов меднения винной кислотой и ее солями	139
<i>Щепин П.А., Метлушина Д.Ф.</i> Разработка предложения по модернизации устройства для сбора загрязненного нефтепродуктом грунта	142

## **Секция №2. Педагогические аспекты менеджмента безопасности жизнедеятельности**

<i>Бейзеров И.А.</i> Применение современных информационных технологий в теоретическом повышении уровня знаний по безопасности дорожного движения слушателей по образовательной программе профессиональной подготовки рабочих по профессии «Водитель автомобиля» (уровень квалификации 6 разряд)	145
<i>Бондар О.И.</i> Формирование культуры безопасности жизнедеятельности через физическую подготовку	148
<i>Бортновский В.Н.</i> Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в системе непрерывного профессионального медицинского образования	150
<i>Гавриловец В.Г.</i> Основные составляющие мастерства управления автомобилем водителя спецтранспорта	152
<i>Гермацкая Е.И.</i> Формирование оперативного интеллекта работников экстремальных профессий	153
<i>Джалилова М.В.</i> Педагогические аспекты менеджмента безопасности жизнедеятельности в процессе организации и проведения обучающих курсов	156
<i>Джалилова М.В.</i> Использование информационных технологий в образовательном процессе	158
<i>Дружакина О.П., Стяжкина И.С.</i> Разработка профориентационно-образовательного курса «Выбор будущего» в сфере инженерных наук на базе Института гражданской защиты	159
<i>Емельяничкова А.В.</i> Проблемы при изучении дисциплин по безопасности жизнедеятельности и способы их решения	162
<i>Игнатюк А.З.</i> К вопросу административной реформы в Республике Беларусь	165
<i>Карпович С.В., Маршалко О.В., Жданович О.М.</i> Международный опыт правового регулирования системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны в странах ОДКБ	168
<i>Коновалова Ю.А., Селицкая Е.Ю.</i> О проблеме формирования психологической готовности к оказанию само- и взаимопомощи	171

<i>Коновалова Ю.А.</i> Психологические барьеры и резервы взрослых обучающихся при обучении в системе дополнительного образования	174
<i>Коннычева А.А., Ширококов С.В.</i> Особенности восприятия и обучения поведению при пожаре детей разных возрастных групп	176
<i>Ласута Г.Ф., Богданович А.Б., Щур А.С., Бараиш Н.О.</i> Социальная реклама в формировании основ безопасности жизнедеятельности	179
<i>Лемешевский В.К.</i> Подготовка учебных видеофильмов с использованием пакета прикладных программ Adobe	182
<i>Липай Т.П., Комили А.Ш., Давлатзода С.Х.</i> Философское осмысление безопасности жизнедеятельности в трудах средневековых персидско-таджикских врачей	185
<i>Макаранцев В.М.</i> К вопросу обучения плаванию детей с аутизмом: методика и организация	188
<i>Москвилин Е.А., Власов К.С.</i> Порядок действий по ликвидации ландшафтного пожара в Пензенской области в рамках деловой игры	191
<i>Русских Е.В., Ширококов С.В.</i> Подход к улучшению процесса обучения специалистов диспетчерских служб системы-112	193
<i>Свиридович Б.В., Мордвиненко Н.В.</i> Современные методы обучения в системе дополнительного образования взрослых (обучающие курсы)	196
<i>Селицкая Е.Ю.</i> К вопросу о здоровых и безопасных условиях труда преподавателя	200
<i>Сидорейко И.В.</i> Освещение проблематики охраны труда в художественной литературе	203
<i>Сидоркин В.А., Петрова Н.Г., Прус Ю.В., Клепко Е.А., Сидоркин Г.В.</i> Педагогические инструменты управления в социальных системах	206
<i>Тимошков В.Ф., Петрашевич В.Ф.</i> Внедрение педагогической технологии мастерских в профессиональной подготовке спасателей	213
<i>Тимошков В.Ф.</i> Особенности развития компетенций hard skills и soft skills у руководителя тушения пожара	215
<i>Толкунов А.В., Дашкевич А.Г.</i> О педагогических условиях формирования у обучающихся Лицея МЧС навыков поддержания здорового образа жизни	217
<i>Фильченка Т.М., Хроколов В.А.</i> Совершенствование работы по отбору кандидатов на службу в органы и подразделения по чрезвычайным ситуациям	220
<i>Шестириков Я.В.</i> Возможные способы нейтрализации стрессоров курсантской жизнедеятельности	224
<i>Ярошенко Д.А.</i> Теоретические основы управления предупреждением и ликвидацией чрезвычайных ситуаций	227

### **Секция №3. Первый шаг в науку**

<i>Аглям Р.Б., Серёжечкин И.Н.</i> Разработка проекта системы раннего обнаружения возгорания (пожаробнаружения) на базе тепловизионных систем видеоконтроля	230
<i>Алешкевич О.Ю., Карпинчик Б.А.</i> Важность формирования междисциплинарных связей на практических занятиях по иностранному языку в Институте пограничной службы Республики Беларусь	233
<i>Баев Н.Н., Качанов И.В., Филипчик А.В., Шаталов И.М.</i> Анализ применения аварийно-спасательного оборудования для разрушения и резки конструктивных элементов зданий и сооружений с плоской поверхностью	235
<i>Баращенко В.А., Стульба С.А.</i> Аутентичные видеоматериалы как средство формирования иноязычной коммуникативной компетенции курсантов при изучении иностранного языка в военном ВУЗе	239
<i>Баталов Д.А., Шуклин С.Г.</i> Влияние дисперсного состава огнетушащих порошков, на эффективность ликвидации горения нефтепродуктов	241
<i>Белоцкий А.Ю., Миканович Г.В.</i> Практико-ориентированный подход в изучении высшей математики на примере интегрального исчисления	243
<i>Болотко Р.Н., Маршалко О.В., Жданович О.М.</i> Анализ уровня сформированности компетенций санитарных формирований гражданской обороны по оказанию первой помощи в Республике Беларусь	246
<i>Валиев К.Ф., Харисов К.Р., Юсупов А.А., Паршикова М.В.</i> Описание принципа работы автоматизированной станции глубокой биологической очистки сточных вод	249
<i>Воробьев Д.В.</i> Подход к определению сущности понятия «обеспечение собственной радиационной безопасности органов пограничной службы Республики Беларусь»	252
<i>Воробьев Д.В.</i> Теоретико-правовые подходы к заблаговременной подготовке территориального органа пограничной службы к функционированию в условиях изменения радиационной обстановки на этапе целевой рекогносцировки	256
<i>Голос А.А., Свиридович Б.В.</i> Совершенствование контрпропагандистской деятельности в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям	259
<i>Драгаратов А.В., Иванов В.П.</i> Оценка риска и улучшение условий труда сварщиков ремонтного производства	262

<i>Евмененко А.А.</i> Повышение уровня безопасности школьников через практическую подготовку и сотрудничество с МЧС	264
<i>Емельяненко Н.В., Родькин О.И.</i> Влияние сточных вод на факторы окружающей среды	267
<i>Ерёмина С.Д., Серёжечкин И.Н.</i> Разработка проекта системы пожарообнаружения и оповещения на основе технологий радиоканальной передачи сообщений на базе объекта культурно-исторического наследия	270
<i>Ермакова Н.Г.</i> Формирование опыта научного познания у курсантов в образовательном процессе: педагогические условия	272
<i>Жук Д.С.</i> О формировании научных основ пожарной безопасности в Республике Беларусь	275
<i>Кириянов С.О., Хроколов В.А.</i> Методические аспекты организации практики в должности лиц, состоящих в резерве руководящих кадров	276
<i>Козак В.С., Фалько А.В.</i> Социальные угрозы безопасности жизнедеятельности в контексте экономического развития Брестского региона	279
<i>Кузнецова О.Э., Изияев Н.В., Золотарев Е.С., Паршикова М.В.</i> Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга промышленной безопасности и ликвидации аварий на объектах АО «Белкамнефть» им. А.А. Волкова»	282
<i>Муллануров И.Р., Свинцова Н.Ф.</i> Методы борьбы с коррозией трубопровода на нефтегазовом месторождении	284
<i>Марчук А.Е.</i> Мероприятия по улучшению условий труда на установке производства элементарной серы нефтеперерабатывающего предприятия	286
<i>Медведская А.Е., Стульба С.А.</i> Особенности онлайн-обучения иностранным языкам	289
<i>Михайлова Н.А., Суховерхий Я.А.</i> NETSPEAK: язык общения в сетях	291
<i>Надтачаев А.А., Пасюк Е.И., Соболев Р.А.</i> Высотный подъемник пожарного оборудования	293
<i>Науменко Н.С., Ермакова Н.Г.</i> Особенности современной культуры молодёжного общения при изучении иностранных языков	295
<i>Нестерова М.А.</i> Оценка качества воды методом биотестирования	298
<i>Новикова А.А., Рябова В.И.</i> Целесообразность применения ствола высокого давления на базе пожарного автомобиля АЦ 3,2-40/4(43265) для обеспечения безопасности защищаемого населения, объектов и территорий при тушении пожаров в жилых многоквартирных домах на территории г. Чайковский	301
<i>Огнева Ю.Н., Макарова Л.Г.</i> Исследование стрессоустойчивости диспетчеров пожарной охраны и пути ее повышения	304
<i>Оксенюк Д.М., Ермакова Н.Г.</i> Феномен никнейма в современной цифровой коммуникации как мощный психологический инструмент	307
<i>Ольхова О.Ю., Рябова В.И.</i> Усовершенствование оперативно-тактических действий пожарно-спасательных подразделений для тушения пожаров на предприятиях химической промышленности (на примере предприятия ООО «Промхимперм»)»	309
<i>Онысько Е.С.</i> Участие Республики Беларусь в международной деятельности по охране озонового слоя	313
<i>Поскрёбышев С.Ю., Свинцова Н.Ф.</i> Исследование причин образования внутренней коррозии в магистральных трубопроводах и методов по предотвращению и остановке развития коррозионных процессов	315
<i>Прач С.И., Лапко О.А., Зеленковский Д.И.</i> Искусственный интеллект и пожарная безопасность	317
<i>Русакова В.С., Мазнева Д.В.</i> Идиомы как средство разнообразия английского языка	320
<i>Сергеев А.Д., Садрисламов А.Е.</i> Применение методов машинного обучения для заблаговременного выявления и анализа рисков в промышленности	323
<i>Серебренникова Н.В., Рябова В.И.</i> Усовершенствование обучения мерам пожарной безопасности в АО «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг»	326
<i>Сокова Е.С., Свинцова Н.Ф.</i> Автоматизированная система мониторинга технического состояния резервуаров	329
<i>Сузень В.Д., Горбатенко В.В.</i> Краткий разговорник военнослужащего органов пограничной службы	332
<i>Фомичева А.А., Гуменюк Е.А.</i> Обзор применения программных комплексов для моделирования опасных факторов пожара и эвакуации в общественных зданиях	334
<i>Червяк М.В., Ермакова Н.Г.</i> Феномен «непонимания» иностранных надписей как социолингвистическая проблема	337
<i>Чернышев М.С., Стужинский Д.А.</i> Интеграция акустических датчиков обнаружения беспилотных летательных аппаратов с техническими средствами охраны границы	339
<i>Шидловская М.А., Стульба С.А.</i> Использование метода проектов на занятиях иностранного языка	342
<i>Шутов К.Ю., Свинцова Н.Ф.</i> Реализация принципов бережливых технологий в организации эффективной системы документооборота по эксплуатации систем пожарной защиты	345

УДК 621.375(045)

## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УСИЛИТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ, ОСНОВАННЫХ НА ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЯХ**

*Стерхова Т.Н., Васильченко Д.А., Фролов М.А., федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет»*

**Аннотация.** Обоснование выбора усилителей переменного напряжения, основанных на операционных усилителях в устройствах обеспечения безопасной передачи информации.

Усилители переменного напряжения предназначены для усиления входных сигналов, изменяющихся во времени, без передачи постоянной составляющей (DC-компоненты). Они широко используются в аудио-, радио- и измерительной технике.

По принципу действия (типу активных элементов) усилители переменного напряжения бывают на основе транзисторов, операционных усилителей и ламповые [1].

1. Транзисторные усилители делятся на группы по типу транзистора:

1.1 Биполярные транзисторы (BJT) — усиление достигается за счёт управления током базы, который регулирует больший ток коллектора.

Преимущества: высокий коэффициент усиления по току; хорошая линейность в рабочей точке (при правильном смещении); доступны, дешёвы, широкая номенклатура.

Недостатки: требуют точной термостабилизации (зависимость от температуры); низкое входное сопротивление, нагрузка на предыдущий каскад; подвержены лавинному пробое и вторичному пробое (в мощных режимах).

Применяются в предварительных и выходных каскадах в аудиоусилителях, в среднечастотных усилителях (УНЧ, УПЧ в радиоприёмниках), в дискретных аналоговых схемах [2].

1.2 Полевые транзисторы (FET, MOSFET) – управляются напряжением на затворе, ток канала меняется за счёт поля. Существуют два основных подтипа:

– JFET (Junction FET):

- канал: n- или p-типа, затвор образует p-n-переход;
- нормально открыт (при  $U_{зи} = 0$ ) через него под действием напряжения  $U_{си}$  протекает ток стока, определяемый исходной проводимостью канала);
- напряжение между затвором и истоком отрицательное (для n-канала), следовательно, канал закрывается.
- MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor FET):
- изолированный затвор (оксид  $SiO_2$ ), почти нулевой ток затвора;
- два подтипа: обогащения (нормально закрыт) и истощения (нормально открыт);
- CMOS-технология — для интегральных схем.

Преимущества: высокое входное сопротивление ( $10^9 - 10^{12}$  Ом), идеальны для датчиков, пьезоэлементов, микрофонов; низкий уровень шума; простое смещение; меньше зависимость параметров от температуры.

Недостатки: меньшее усиление по току; влияние ёмкостей затвор-канал на ВЧ-характеристики (эффект Миллера); чувствительность к статическому электричеству.

Применяются во входных каскадах измерительных приборов, в микрофонных предусилителях (например, на JFET 2SK209, J310), в аналоговых коммутаторах и буферах, в высокочастотных усилителях (HF/VHF) – GaAs FET, HEMT.[3]

2. Операционные усилители (ОУ) – интегральные активные компоненты, построенные на основе дифференциальных пар (BJT или CMOS), с высоким коэффициентом усиления, высоким входным и низким выходным сопротивлениями.

ОУ усиливает alternating current (AC) и direct current DC. Чтобы получить AC-усилитель, добавляют входной разделительный конденсатор (блокирует DC-смещение сигнала); резистор смещения (для задания входного потенциала); обратную связь (резистивную) – задаёт коэффициент усиления и полосу; выходной конденсатор, если нагрузка не должна получать DC.

AC-конфигурации на ОУ:

- инвертирующий усилитель;
- неинвертирующий усилитель;
- дифференциальный усилитель;
- усилитель с RC-связью (AC-усилитель с блокировкой DC).[1]

Преимущества: простота проектирования; высокая повторяемость, стабильность параметров; широкий выбор: низкошумящие (OPA1612), высокоскоростные (AD8051), прецизионные (OPA277), CMOS-вход (TLV272); возможность построения сложных функций: фильтров, измерительных усилителей и т.п.

Недостатки: ограниченная выходная мощность; собственный шум, дрейф, ограничения по скорости нарастания; необходимость источников питания.

Применяются в предусилителях микрофонов и датчиков, в активных фильтрах, в приборных усилителях, в аудио корректорах, в лабораторных измерительных схемах [2].

3. Ламповые усилители (вакуумные лампы) используют термоэлектронную эмиссию: нагретый катод испускает электроны, которые управляются электрическим полем сетки и собираются анодом. Сигнал переменного тока подаётся на управляющую сетку, изменяя ток через лампу.

- Триоды (катод, сетка, анод) – простые, линейные, низкое усиление;
- Пентоды (доп. экранирующая и подавляющая сетки) – выше усиление, лучше подавление ёмкостной обратной связи (эффект Миллера);
- Двойные триоды (например, 12AX7/ECC83) – часто в предварительных каскадах;
- Выпрямительные и мощные выходные лампы (например, EL34, 6L6, KT88) – для оконечных каскадов[3].

Преимущества: мягкая нелинейность; высокое выходное напряжение (сотни вольт), хорошая перегрузочная способность; не чувствительны к радиации.

Недостатки: большие габариты и вес; высокое напряжение питания (100–500 В); ограниченный срок службы; повышенное тепловыделение, медленный прогрев; высокая стоимость и редкость.

Применяются в Hi-Fi и гитарных усилителях, ретро-радиоаппаратуре, специализированных РЧ-усилителях (мощные передатчики – клистроны, магнетроны) [4].

Хотя транзисторные схемы незаменимы при высокой выходной мощности или на СВЧ-частотах, а ламповые сохраняют нишу в Hi-Fi и музыкальной индустрии благодаря субъективно «приятной» нелинейности, – ОУ остаются оптимальным выбором по соотношению «характеристики / стоимость / надёжность / удобство» для типовых задач усиления переменного напряжения в аудио-, измерительной и промышленной электронике.

Подводя итог, можно сказать, что наилучшим типом усилителя переменного напряжения являются усилители на ОУ так как они универсальны и просты в проектировании, имеют стабильные параметры, широкий выбор специализированных ОУ для любой задачи и встроенную дифференциальную инфраструктуру и с ними легко реализовать чистое АС-усиление. Поэтому нами проводились исследования усилителей переменного напряжения, основанных на операционных усилителях [1,2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование усилителей переменного напряжения, реализованных на основе операционных усилителей [Электронный ресурс] / Т.Н. Стерхова, Д. А. Васильченко, М.А. Фролов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2025. – Т. 72, № 3. – С. 32–37.

2. Васильченко, Д.А., Фролов, М.А. Исследование усилителей переменного напряжения, построенных на операционных усилителях / Д.А. Васильченко, М.А. Фролов [Текст] // Обеспечение информационной безопасности в электроэнергетике: современность и перспективы. — Ижевск: Удмуртский университет, 2025. – С. 36-43.

3. Хоровиц, П., Хилл, У. Искусство схемотехники: в 3 т. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: ООО «Альянс», 2022. – Т. 1. – 704 с. – ISBN 978-5-907537-10-7.

4. Быстров, А.В., Мельников, Д.В. Операционные усилители: схемотехника аналоговых устройств. – СПб. : Лань, 2021. – 352 с. – ISBN 978-5-8114-6725-0.

Научное издание

**МЕНЕДЖМЕНТ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:  
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ**

*Сборник материалов VII открытой Республиканской  
научно-практической интернет-конференции*

*11 декабря 2025 года*

Издатель:

государственное учреждение образования  
«Университет гражданской защиты  
Министерства по чрезвычайным ситуациям  
Республики Беларусь».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/259 от 01.10.2025.

220118, г. Минск, ул. Машиностроителей, 25.