

УДК 378.147

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО РАДИООБОРУДОВАНИЯ

Т. В. Гордяскина¹, С. В. Лебедева², В. И. Мерзляков³

^{1,2,3}Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

¹ORCID 0000-0002-1105-3664

Статья **поступила** 27.02.2024, **принята** к публикации 04.03.2024. Опубликована онлайн.

Аннотация. От сегодняшнего выпускника требуется обладание профессиональными знаниями и умениями, способностью использовать их при решении производственных задач, способностью нести ответственность за свои действия в реальных производственных условиях. На примере комплексного изучения одного из наиболее часто используемых в радиоэлектронных системах элементов рассмотрена методика формирования профессиональных компетенций у студентов специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования». Методика обучения строится на комплексном подходе, включающем: теоретическое изучение радиоэлектронных средств; компьютерное моделирование исследуемых устройств; натурные исследования с использованием лабораторных стендов; итоговое собеседование по изучаемому материалу, включая компьютерное тестирование. Современный радиоин-

женер при исследовании радиоэлектронного оборудования может использовать широкий арсенал технических средств и информационных технологий. Поэтому в учебном процессе уделяется значительное внимание принципам изучения объектов профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий, и с закреплением результатов компьютерного исследования моделей объектов на лабораторном оборудовании, выполненном на реальных радиоэлектронных устройствах. Рассмотренная методика формирования профессиональных компетенций позволяет сформировать у обучающегося знания, умения и навыки при работе с объектами профессиональной деятельности.

Ключевые слова: методика обучения, профессиональные компетенции, радиоэлектронные средства, информационные технологии, компьютерное моделирование, лабораторные стенды

FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCES IN THE TRAINING OF ENGINEERS FOR THE TECHNICAL OPERATION OF TRANSPORT RADIO EQUIPMENT

T.V. Gordyaskina¹, S.V. Lebedeva², V.I. Merzlyakov³

^{1,2,3}Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. Today's graduate is required possession of professional knowledge and skills, the ability to use them in solving production tasks, the ability to take responsibility for their actions in real production conditions. Using the example of a comprehensive study of one of the most commonly used elements in radioelectronic systems, the methodology for the formation of professional competencies among students of the specialty 05.25.03 Technical operation of transport radio equipment is considered. The teaching methodology is based on an integrated approach, including: theoretical study of radioelectronic devices; computer modeling of the devices under study; full-scale experiment studies using laboratory stands; final interview on the studied material, including computer testing. A modern radio engineer can use a wide range of information technologies in the study of electronic equipment. Therefore, in the educational process, considerable attention is paid to the principles of studying objects of professional activity using modern information technologies, consolidating the results of computer research of object models on laboratory equipment assembled on real radio-electronic devices.

The considered methodology for the formation of professional competencies to form a student's to form knowledge, skills and abilities in working with objects of professional activity.

Keywords: teaching methods, professional competencies, electronic equipment, information technology, computer modeling, laboratory stands

Введение

Современный рынок труда предъявляет все более жесткие квалификационные требования к специалистам в области радиотехники. Молодой инженер должен продемонстрировать работодателю высокий уровень владения профессиональными компетенциями, включающий как широкие теоретические знания структуры, принципа функционирования современных радиоэлектронных средств, так и практические умения и навыки по технической диагностике и возможной модернизации радиооборудования [1, 2].

Одним из объектов профессиональной деятельности выпускника специальности «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» является оборудование радиотехнического канала связи, сочетающего в своей структуре как аналоговые, так и цифровые системы. Поэтому детальное изучение блоков современных приемо-передающих устройств в рамках учебного процесса в вузе позволяет будущему радиоинженеру приобрести высокий уровень квалификации. На кафедре радиотехники Волжского государственного университета водного транспорта сложился традиционный подход к формированию профессиональных компетенций обучающихся в рамках Федерального государственного образовательного стандарта третьего поколения (ФГОС 3++) специальности 25.05.03. Методика обучения строится на комплексном подходе, включающем: теоретическое изучение радиоэлектронных средств; компьютерное моделирование исследуемых устройств; натурные исследования с использованием лабораторных стендов; итоговое собеседование по изучаемому материалу, включая компьютерное тестирование [3, 4].

Методы и результаты

В своей профессиональной деятельности современный радиоинженер проводит техническую диагностику радиоэлектронных схем, выявляет и устраняет неисправности, восстанавливает работоспособность оборудования. В практической деятельности выпускнику-инженеру придется сталкиваться с бесконечным набором схемотехнических решений диагностируемых радиоэлектронных средств. В рамках учебного процесса невозможно изучить структуру и функционирование всех схемотехнических реализаций радиооборудования.

Поэтому выделяются ключевые элементы и узлы схем и делается акцент на их изучении: структуре, режимах функционирования, характеристиках, свойствах, базовых схемах включения. При этом не только формируются теоретические знания, но и приобретаются практические умения и навыки работы с реальными устройствами.

Рассмотрим подробнее данную методику на примере изучения одного из наиболее часто используемых в радиоэлектронных системах элементов – операционного усилителя.

Обобщив опыт работы других вузов по изучению устройств на базе операционного усилителя, мы можем сделать вывод, что применяются теоретическое изучение материала и один из способов исследования, в зависимости от имеющегося технического или программного оснащения лабораторий [5–8]. В соответствии с этим разработаны различные методические пособия по выполнению лабораторных работ, в которых исследования проводятся на стендах ЛОЭ, ЛОЭ-2, ЭЛБ-ЭОЭ-5, НТЦ-22.03.6 или в виде компьютерного моделирования с помощью программ Simulink, EWB, Micro-cap.

В нашем случае предлагается комплексный подход к изучению, включающий следующие этапы:

1. Теоретическое изучение на лекционных и практических занятиях структуры, характеристик операционного усилителя (ОУ).
2. Самостоятельная работа обучающихся по изучению моделей простейших схем на базе ОУ в LabView [8–10].
3. Лабораторные занятия по компьютерному моделированию особенностей функционирования схем в аварийных режимах с использованием виртуальных средств измерений в Multisim.
4. Лабораторные занятия с использованием реальных ОУ в составе исследуемых радиоэлектронных устройств и техническая

диагностика реальными средствами измерений.

Целью теоретического изучения операционного усилителя (ОУ), его внутренней структуры и принципов функционирования является формирование у обучающегося способности использовать ранее полученные знания по физике и математике при изучении объектов профессиональной деятельности. К ним относятся основные законы математики, единицы измерения электрических величин, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, что соответствует общепрофессиональной компетенции (ОПК-1) ФГОС 3++ специальности 25.05.03.

Результатом теоретического изучения операционного усилителя является получение знаний о параметрах и свойствах идеального ОУ (коэффициент усиления стремится к бесконечности, входное сопротивление бесконечно большое, выходное сопротивление бесконечно малое, полоса пропускания тоже стремится к бесконечности), особенностях электрических схем на базе операционных усилителей, возможности «чтения» электрических принципиальных схем на ОУ. Это дает возможность проводить анализ на основе теоретических знаний и результатов, полученных экспериментальным путем.

При этом основное влияние на свойства схем на ОУ и их применение в реальных радиоэлектронных средствах оказывают преимущественно параметры цепей обратных связей и внешние элементы (цепи коррекции).

Целью самостоятельной работы обучающихся по изучению моделей простейших схем является возможность для современного радиоинженера при исследовании электронных схем использовать широкий арсенал программных средств (например, LabView, Multisim, Matlab и др.), позволяющих провести компьютерное моделирование параметров и процессов, протекающих в оборудовании [11].

Поэтому в учебном процессе на кафедре радиоэлектроники уделяется значительное внимание приобретению обучающимися навыков применения современных информационных технологий и использования их для решения задач профессиональной деятельности, что указывается в ОПК-3 ФГОС 3++ специальности 25.05.03.

Изучение параметров ОУ с различными схемами включения наглядно продемонстрировано на программном тренажере, разработанном на кафедре радиоэлектроники в программной среде LabView. Были созданы два программных модуля, представляющих собой тренажеры для исследования схем на основе операционных усилителей (ОУ).

Первый модуль (рис. 1) позволяет проводить самостоятельные исследования следующих схем: инвертирующее включение

ОУ, инвертирующий сумматор, неинвертирующее включение ОУ, неинвертирующий сумматор, дифференциальное включение и повторитель. В тренажере имеется фиксированная структура исследуемого устройства с возможностью изменять параметры некоторых элементов, входных сигналов в заданном диапазоне и их измерения установленными в схеме приборами. В схемах исследования усилителей имеется дополнительная возможность изменения величин сопротивлений усилителей, которые влияют на коэффициент усиления. Изменяя величины входного сопротивления и сопротивления в цепи обратной связи, можно исследовать вид амплитудной характеристики усилителя. Пример панели исследования в LabView инвертирующего усилителя на базе ОУ приведен на рис. 1.

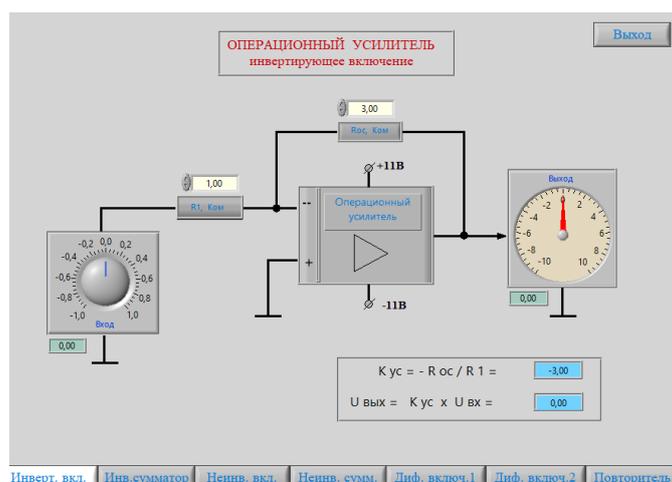


Рис. 1. Схема исследования инвертирующего усилителя на ОУ

Второй программный модуль позволяет исследовать амплитудную и амплитудно-частотную характеристики (АЧХ) для инвертирующей и неинвертирующей схем включения ОУ.

Тренажер позволяет проводить исследования в устройствах с фиксированной структурой и элементами, диапазон изменения параметров которых жестко задан (рис. 2, 3).

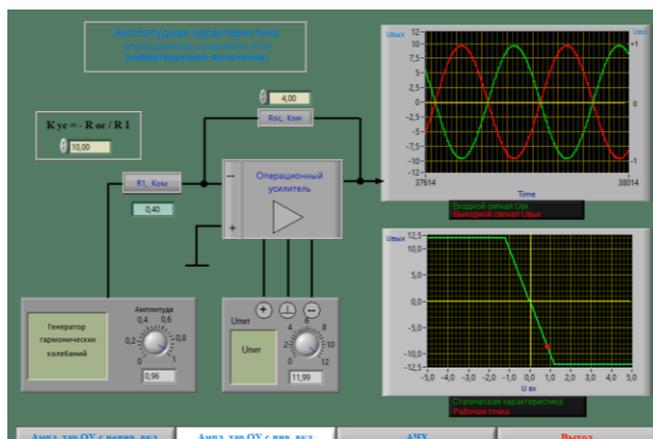


Рис. 2. Пример схемы исследования амплитудной характеристики инвертирующего усилителя

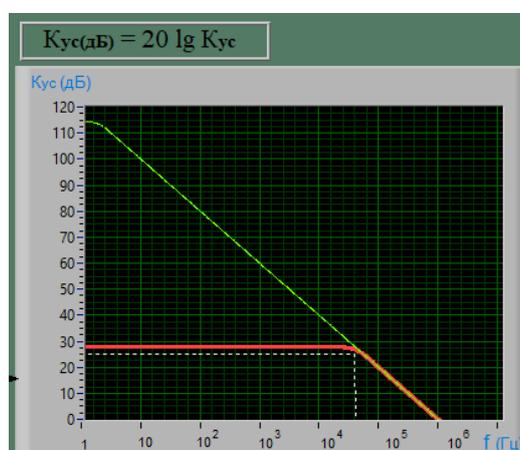


Рис. 3. АЧХ инвертирующего усилителя

Проведя самостоятельное изучение параметров аналогового радиоэлектронного устройства на базе ОУ и закрепив полученные сведения на программном тренажере, обучающийся приступает к следующему этапу освоения профессиональных компетенций, формируя способность применять фундаментальные основы теории моделирования как основного метода исследования и научно обоснованного метода оценок характеристик сложных систем (например, схем на базе ОУ), используемого для принятия решений в профессиональной деятельности (ОПК-7) ФГОС 3++ специальности 25.05.03.

Целью лабораторных занятий по компьютерному моделированию особенностей функционирования схем в аварийных режимах с использованием виртуальных

средств измерений является моделирование радиоэлектронных средств в программном пакете Multisim. Пример компьютерного моделирования процессов, протекающих в схеме инвертирующего усилителя на основе ОУ, приведен на рис. 4–7.

Схема инвертирующего усилителя на базе ОУ (рис. 4) и результаты исследования входного и выходного сигнала с помощью осциллографа смешанного типа Agilent (рис. 5), позволяющего измерять аналоговые и цифровые сигналы, выполнены с помощью программы Multisim.

Здесь можно проводить исследования, используя различные виды элементов, как виртуальные, так и аналоги реальных с параметрами и характеристиками, соответствующими справочным.

К ним относятся как сами элементы схемы, так и источники питания и контрольно-измерительная аппаратура: осциллографы и мультиметры. Цвет осциллограммы по каждому из каналов определяется цветом подводимых проводов, выбранных пользователем. Осциллограф Agilent можно заменить на другой аналог реального осциллографа – четырехканальный осциллограф Tektronix или один из двух виртуаль-

ных осциллографов: двух- или четырехканальный.

Кроме этих исследований с помощью программы Multisim возможно сразу получить АЧХ и фазо-частотную характеристику (ФЧХ) исследуемого устройства с помощью плоттера Бодэ (рис. 6).

Multisim позволяет производить измерения величин сигналов виртуальным и аналогом реального мультиметра (рис. 7)

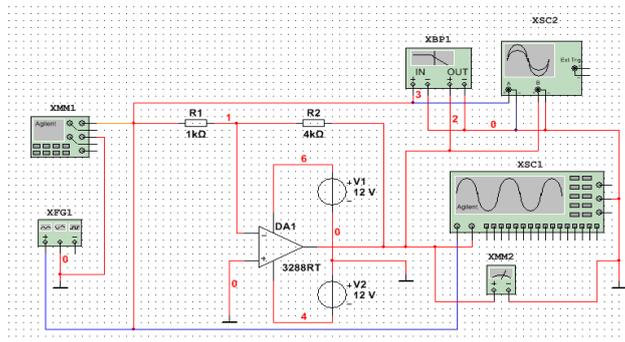


Рис. 4. Пример схемы исследования инвертирующего усилителя на ОУ

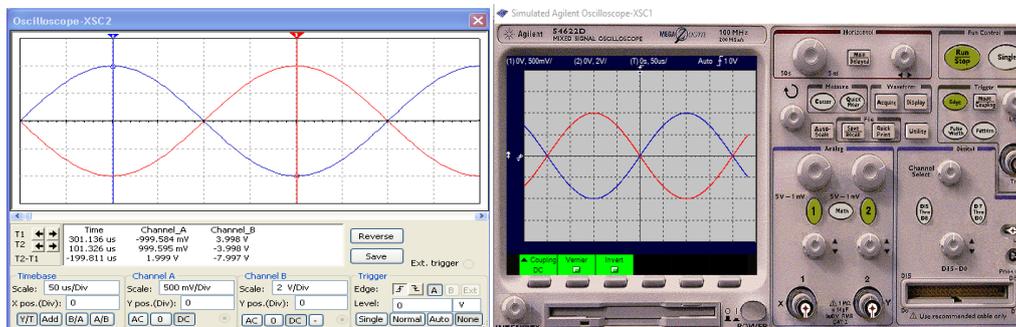


Рис. 5. Результаты исследования входного и выходного сигнала с помощью виртуального и реального осциллографов

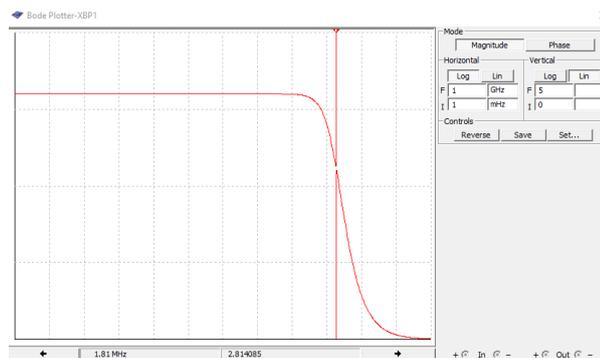


Рис. 6. Пример исследования АЧХ с помощью плоттера Бодэ



Рис. 7. Результаты измерений мультиметрами

Измерения среднеквадратического значения входного сигнала в нашем примере было произведено аналогом реального мультиметра Agilent, а выходного – виртуальным мультиметром.

На данном этапе обучения не только закрепляются теоретические сведения о свойствах и параметрах исследуемого устройства, но и формируются навыки работы с виртуальными средствами измерений (измерительный генератор, осциллограф, мультиметр).

В схемы преподавателем могут вноситься дефекты элементов (обрыв контакта элемента, короткое замыкание контактов элемента, утечка энергии), что приводит к искажению технических характеристик устройства. Обучающимся необходимо найти неисправный элемент и указать на тип дефекта, а также восстановить работоспособность устройства. То есть на этапе компьютерного моделирования начинается формирование способности проводить измерения и инструментальный контроль, выполнять обработку результатов и оценивать погрешности, что указано в ОПК-5 ФГОС 3++ специальности 25.05.03.

Целью лабораторных занятий с использованием реальных ОУ в составе исследуемых радиоэлектронных устройств является измерение параметров электрических сигналов и техническая диагностика работы электронных схем реальными средствами измерений. При подготовке будущего специалиста по технической эксплуатации транспортного радиооборудования к про-

фессиональной деятельности необходимо также учитывать эксплуатационно-технологическое направление, что требует уже в учебном процессе развивать способности: участвовать в модернизации транспортного радиоэлектронного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем (ПК-1); эксплуатировать и нести ответственность за эксплуатацию транспортного радиоэлектронного оборудования в соответствии с требованиями нормативно-технической документации (ПК-3) ФГОС 3++ специальности 25.05.03.

Данные требования Федерального государственного образовательного стандарта обеспечиваются в учебном процессе при выполнении лабораторных работ с использованием реальных радиоэлектронных средств и современных средств измерений.

При изучении ОУ на кафедре радиоэлектроники разработан комплекс лабораторных работ, методика выполнения которых позволяет закрепить на практике полученные теоретические сведения и результаты компьютерного моделирования. Эти исследования проводятся на стенде «Электроника» (рис. 8).

При проведении лабораторных работ по исследованию свойств реального инвертирующего усилителя на ОУ используются современные средства измерений: измерительный функциональный генератор ADG 1010 и цифровой осциллограф ADS 2031.

В качестве примера приведен лабораторный эксперимент, демонстрирующий функционирование инвертирующего усилителя на ОУ (рис. 9).

Полученные навыки работы с реальными средствами измерений позволят

обучающимся максимально быстро и эффективно освоить методы технической диагностики объектов профессиональной деятельности.

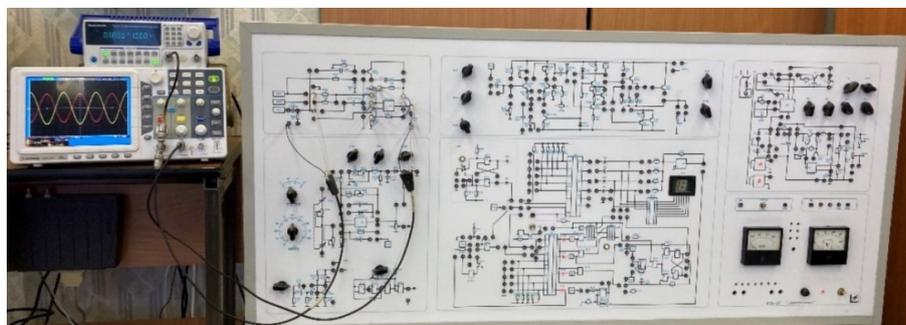


Рис. 8. Фотография лабораторной установки по исследованию схемы инвертирующего усилителя на ОУ



Рис. 9. Фото передних панелей генератора и осциллографа

Выводы

Периодическое обращение к структуре, функционированию, характеристикам и свойствам изучаемого базового элемента радиооборудования (например, ОУ) на лекционных и лабораторно-практических занятиях позволяет обучающимся приобрести профессиональные компетенции, включающие в себя не только освоение теоретических знаний, но и практические навыки и умения работы с ключевыми узлами радиоэлектронных средств и реальной измерительной аппаратурой.

Возможность самостоятельного изучения параметров и характеристик различных схем включения ОУ на компьютерном тренажере в среде LabView дает студентам возможность довести до автоматизма знания базовых параметров одного из ключевых

элементов современных радиоэлектронных средств. Заключительным этапом проверки полученных знаний является итоговое компьютерное тестирование и собеседование с преподавателем, в рамках которых обучающиеся демонстрируют степень освоения профессиональных компетенций. Рассмотренная методика формирования профессиональных компетенций на примере изучения одного из базовых элементов радиоэлектронных средств позволяет сформировать у обучающегося и знания, и умения, и навыки в работе с объектами профессиональной деятельности.

Список источников

1. Шадриков, В. Д. Новая модель специалиста: инновационная подготовка и компетентностный подход / В. Д. Шадриков // Высшее образование сегодня. – 2004. – № 8. – С. 26–31.
2. Салапура, М. Н. Особенности формирования профессиональных компетенций студентов / М. Н. Салапура, Е.А. Богданова // Экономика и качество систем связи. – 2019. – № 1. – С. 41–45.
3. Ершова, О. В. Компетентностный подход как условие повышения качества подготовки студентов / О. В. Ершова, Э. Р. Муллина // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. – 2015. – № 1. – С. 134–137.
4. Казаков, Ю. Н. Методический эффект развития студентов по профилям обучения : монография / Ю. Н. Казаков, Ю. С. Меркушева. – М. : Научный консультант, 2021. – 150 с.
5. Пахаруков, А. А. Проблемы применения компетентностного подхода при разработке и реализации основных образовательных программ высшего профессионального образования / А. А. Пахаруков, В. Н. Белоусов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 7. – С. 298–303.
6. Ершова, О. В. Формирование профессиональных компетенций студентов, обеспечивающих конкурентоспособность на рынке труда / О. В. Ершова, Э. Р. Муллина // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 9. – С. 133–136.
7. Гурский, С. М. Опыт управления самостоятельной работой студентов при изучении дисциплин «Общая теория связи», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Теория информации» / С. М. Гурский, П. П. Шумаков // III Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сборник научных статей. – СПб. : СПбГУТ, 2014. – С. 559–564.
8. Быкова, В. П. Электротехнический комплекс для дистанционного обучения / В. П. Быкова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2021. – № 2. – С. 109–119.
9. Хорошенко, С. В. Использование элементов дистанционных образовательных технологий для организации учебного процесса студентов очной формы обучения / С. В. Хорошенко, О. Ю. Ильяшенко, И. В. Гвоздков // III Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сборник научных статей. – СПб. : СПбГУТ, 2014. – С. 425–429.
10. Титов, Е. В. Готовность студентов к исследовательской деятельности в профессиональной сфере : монография / Е. В. Титов. – М. : Научный консультант, 2022. – 72 с.
11. Гордяскина, Т. В. Методика обучения основам моделирования и практической реализации блоков многоканального приемного устройства / Т. В. Гордяскина, Л. С. Грошева. – Текст : электронный // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2022. – Т., № 3. – URL: <https://vestnik.astu.org/ru/nauka/article/52233/view>

References

1. Shadrikov V.D. Novaya model' spetsialista: innovatsionnaya podgotovka i kompetentnostnyi podkhod, Vysshee obrazovanie segodnya, 2004. no. 8, pp. 26–31.
2. Salapura M.N., Bogdanova E.A. Osobennosti formirovaniya professional'nykh kompetentsii studentov, Ehkonomika i kachestvo sistem svyazi, 2019, no. 1, pp. 41–45.
3. Ershova O.V., Mullina Eh.R. Kompetentnostnyi podkhod kak uslovie povysheniya kachestva podgotovki studentov, Vektor nauki Tol'yattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogika, psikhologiya, 2015, no. 1, pp. 134–137.

4. Kazakov Yu.N., Merkusheva Yu.S. Metodicheskiy ehffekt razvitiya studentov po profilyam obucheniya. Moscow, Nauchnyi konsul'tant Publ., 2021, 150 p.
5. Pakharukov A.A., Belousov V.N. Problemy primeneniya kompetentnostnogo podkhoda pri razrabotke i realizatsii osnovnykh obrazovatel'nykh programm vysshego professional'nogo obrazovaniya, Vestnik Irkutskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta, 2013, no. 7, pp. 298–303.
6. Ershova O.V., Mullina Eh.R. Formirovanie professional'nykh kompetentsii studentov, obespechivayushchikh konkurentosposobnost' na rynke truda, Sovremennye naukoemkie tekhnologii, 2015, no. 9, pp. 133–136.
7. Gurskii S.M., Shumakov P.P. Opyt upravleniya samostoyatel'noi rabotoi studentov pri izuchenii distsiplin “Obshchaya teoriya svyazi”, “Radiotekhnicheskie tsepi i signaly”, “Teoriya informatsii”, III Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya i nauchno-metodicheskaya konferentsiya. Saint Petersburg, SPBGUT Publ., 2014, pp. 559–564.
8. Bykova V.P. Ehlektrotekhnicheskii kompleks dlya distantsionnogo obucheniya, Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Morskaya tekhnika i tekhnologiya, 2021, no. 2, pp. 109–119.
9. Khoroshenko S.V., Il'yashenko O.Yu., Gvozdokov I.V. Ispol'zovanie ehlementov distantsionnykh obrazovatel'nykh tekhnologii dlya organizatsii uchebnogo protsessa studentov ochnoi formy obucheniya, III Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya i nauchno-metodicheskaya konferentsiya. Saint Petersburg, SPBGUT Publ., 2014, pp. 425–429.
10. Titov E.V. Gotovnost' studentov k issledovatel'skoi deyatel'nosti v professional'noi sfere: monografiya. Moscow, Nauchnyi konsul'tant Publ., 2022, 72 p.
11. Gordyaskina T.V., Grosheva L.S. Metodika obucheniya osnovam modelirovaniya i prakticheskoi realizatsii blokov mnogokanal'nogo priemnogo ustroystva, Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika, 2022, vol., no. 3. Available at: <https://vestnik.astu.org/ru/nauka/article/52233/view>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

Татьяна Вячеславовна Гордяскина, доцент, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры радиоэлектроники, Морская академия, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ») 603005, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова 5, kaf_radio@vsuwt.ru

Tatyana V. Gordyaskina, associate professor, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor at the department of radio electronics, Maritime academy, Volga State University of Water Transport (FSEE HE “VSUWT”) , 5 Nesterova , Nizhny Novgorod 603900

Светлана Владимировна Лебедева, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры радиоэлектроники; Морская академия, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ») 603005, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова 5, kaf_radio@vsuwt.ru

Svetlana V. Lebedeva, associate professor, candidate of technical sciences, associate professor at the department of radio electronics, Maritime academy, Volga State University of Water Transport (FSEE HE “VSUWT”) , 5 Nesterova , Nizhny Novgorod 603900

Владимир Иванович Мерзляков, доцент, кандидат технических наук, кафедра радиоэлектроники, Морская академия, Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ») 603005, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова 5, kaf_radio@vsuwt.ru

Vladimir I. Merzlyakov, associate professor, candidate of technical sciences, department of radio electronics, Maritime academy, Volga State University of Water Transport (FSEE HE “VSUWT”) , 5 Nesterova , Nizhny Novgorod 603900