

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»  
им. В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург, Россия*

***Аннотация.** На судах различного назначения находят широкое применение судовые электроэнергетические системы (СЭЭС) и системы электродвижения (СЭД). В составе СЭЭС и СЭД входит электротехническое оборудование различного принципа действия и назначения, в том числе электрические машины на постоянных магнитах, активные выпрямители и др. Современная электротехническая база, новые полупроводниковые приборы и микропроцессорная техника требует постоянно совершенствовать учебно-методический процесс при подготовке специалистов по проектированию СЭЭС и СЭД*

**Ключевые слова:** судовые системы электродвижения; электроэнергетические системы; повышение уровня подготовки; учебные дисциплины

Выпускники Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») работают на многих предприятиях судостроительной отрасли нашей страны, включая судостроительные заводы, проектные организации, электротехнические заводы отрасли.

Университет с момента своего основания тесно связан с судостроительной отраслью нашей страны. В составе университета долгое время успешно работала кафедра электрооборудования и автоматики судов. По инициативе Министра Судостроительной промышленности в 1966 году в составе университета для подготовки кадров судостроительной промышленности был образован факультет корабельной электрорадиотехники и автоматики (ФКЭА).

В состав факультета вошла кафедра электрификации и автоматизации судов (ЭАС), кафедра автономных систем навигации и управления, кафедра корабельных систем управления электроэнергетическими установками и вспомогательными устройствами, кафедра радиооборудования кораблей.

После реорганизации университета в 2001 году ФКЭА был закрыт и две его кафедры (ЭАС и КСУ) перешли в состав факультета электротехники и автоматики (ФЭА). В настоящее время на ФЭА ведется подготовка специалистов для судостроительной отрасли.

ФЭА объединяет несколько выпускающих кафедры, в том числе, кафедру систем автоматического управления (САУ) и кафедру корабельных систем управления (КСУ). Данные кафедры готовят инженерных специалистов для предприятий судостроительной отрасли. В 2008 кафедра ЭАС вошла в состав кафедры САУ.

ФЭА осуществляет подготовку бакалавров и магистров дневного обучения по образовательным направлениям: 27.04.04 «Управление в технических системах»; 13.04.02 «Электроэнергетика и

электротехника». В рамках направлений существуют несколько программ подготовки специалистов для судостроения, в том числе:

- «Управление судовыми электроэнергетическими системами и автоматика судов»;
- «Корабельные системы управления»;
- «Автоматизированные системы управления морскими транспортными средствами»;
- «Корабельные системы информации и управления»;
- «Автоматизированные электромеханические комплексы и системы».

По направлению судостроения на ФЭА проводятся следующие дисциплины: гребные электрические установки; системы управления гребными электрическими установками; моделирование гребных электрических установок, автоматизированные электроэнергетические системы морского транспорта; судовые электроэнергетические системы; технические средства судовых систем управления, комплексные системы управления судовых электростанций и др.

СПбГЭТУ «ЛЭТИ» активно проводит научную работу в области создания современных систем электродвижения и судовых электроэнергетических систем. В университете под руководством профессора Токарева Л.Н. разработаны методы и методики расчёта переходных процессов в электроэнергетических системах. Под руководством доцента кафедры САУ Григорьева А.В. при участии сотрудников кафедры ассистента Малышева С.М. ведется работа по созданию СЭЭС с распределением электроэнергии на постоянном токе с вентильными генераторами, комбинированных пропульсивных установок на базе вспомогательных систем электродвижения и др.

В настоящее время основными научными направлениями исследований и разработок в области СЭЭС и СЭД являются:

- судовые системы электродвижения с новыми типами гребных электродвигателей и полупроводниковыми преобразователями;
- судовые электроэнергетические системы с распределением электроэнергии на постоянном токе с вентильными генераторами;
- судовые системы автоматизации и управления СЭЭС и СЭД, включая систему управления судовой электростанцией (PMS).

Кафедра САУ ведет подготовку аспирантов по трем специальностям, в том числе по наиболее востребованной для предприятий судостроительной отрасли – 05.09.03 – "Электротехнические комплексы и системы".

Сотрудники университета участвуют в работе научно-технического совета Главного управления Российского Морского Регистра Судоходства секции (РМРС) «Электрооборудование судов и автоматизация». Председателем секции является доцент кафедры САУ Григорьев А.В. Сотрудники кафедры САУ участвуют в разработке предложений по корректировке нормативной документации РМРС.

В 2017 г. СПбГЭТУ «ЛЭТИ» вошел в Ассоциацию судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

В последние годы на судостроительных заводах Российской Федерации построены и планируется к постройке большое количество морских, речных и судов смешанного плавания различного назначения, включая суда снабжения и ледоколы, танкеры и газовозы, буксиры и паромы, научно-исследовательские и рыбопромысловые суда. На большинстве судов предполагается применение единой судовой электроэнергетической системой (ЕЭЭС) на базе СЭД. За последнее годы построено более десятка судов с ЕЭЭС с СЭД, в том числе пять современных дизель-электрических ледоколов проекта 21900 и 21900М серии «Москва», крупнейший дизель-электрический ледокол проект 22600 «Виктор Черномырдин». Введены в эксплуатацию три атомных ледокола проекта 22220 серии «Арктика». В строительстве находятся еще четыре ледокола данной серии.

На Онежском судостроительном заводе по заказу Росморпорта построено два рабочих лоцманских катера, на которых впервые в нашей стране применена комбинированная дизель-электрическая

пропульсивная установка. В работе по созданию электроэнергетической системы с комбинированной установкой принимали участие сотрудники кафедры САУ.

В последние годы на судах различного назначения внедряются ЕЭЭС с распределением на постоянном токе с вентильными генераторными агрегатами.

В 2020 году при участии сотрудников университета разработано устройство питания с берега, необходимое для подключения судовой сети стартовая платформа «Одиссея» (космодром «Морской старт») к береговой электрической сети.

Подготовка специалистов по проектированию судовых электроэнергетических систем, судовых систем электродвижения и судовых систем автоматического управления является одной из наиболее перспективных и востребованных для университета.

Строительство современных ледоколов и судов ледового плавания требует значительного повышения уровня специалистов, связанных с проектированием СЭЭС с СЭД. Вместе с тем в проектных и научно-исследовательских организациях отрасли существует дефицит высококвалифицированных специалистов и инженеров в области судовой электротехники.

Необходимость создания современных СЭД и СЭЭС повышает требования к учебно-методическому процессу в университете. Проектирование и ввод в эксплуатацию СЭЭС и СЭД является сложной многокритериальной задачей, решение которой без проведения всестороннего изучения объекта на физических и компьютерных моделях практически невозможно.

Новые требования при подготовке специалистов в области проектирования и создания современных СЭЭС и СЭД предполагает рационально совмещать теоретическую, практическую и лабораторную подготовку студентов. В учебном процессе необходимо применять как физическое, так и компьютерное моделирование, проходить производственную практику на предприятиях отрасли и судостроительных заводах. Будущим инженерам необходимы не только фундаментальные знания в области электротехники, но и инженерные знания в области проектирования и создания сложных судовых электроэнергетических систем.

С целью повышения эффективности основных и дополнительных программ обучения СПбГЭТУ «ЛЭТИ» ведет работу по модернизации образовательного процесса в университете в интересах судостроительного кластера Санкт-Петербурга.

Приоритетам направлением для университета являются создание лабораторий современной силовой преобразовательной и приводной техники, статических источников электроэнергии, судовой электротехники и энергетики, морской робототехники и кибернетики, цифровых автономных систем, создания систем, обеспечивающих добычу природных ископаемых на морском шельфе.

Для выполнения поставленных задач университет предусматривает:

- адаптацию рабочих программ обучения под современные требования к специалистам в области судостроения и проектирования СЭЭС и СЭД;
- участие специалистов университета в разработке профессиональных стандартов для отрасли судостроения и организацию систем их внедрения в университете;
- совершенствование процесса обучения с целью освоения выпускниками компетенций по проектированию СЭЭС и СЭД;
- создание специализированных лабораторий по наиболее важным направлениям развития морской деятельности и организация на их основе практико-ориентированного обучения в интересах ведущих предприятий отрасли.

С целью повышения уровня подготовки специалистов по проектированию судовых электроэнергетических систем и судовых систем электродвижения на кафедре САУ создана научно-исследовательская лаборатория «Судовых электроэнергетических систем и систем электродвижения», которая используется в учебном процессе и так же для проведения экспериментальных научных исследований в области судовой электротехники.

Современная материально-техническая база позволяют проводить не только обучение бакалавров, магистров и аспирантов, но и осуществлять послевузовскую подготовку инженеров и преподавателей высших учебных заведений, а так-же проводить курсы повышения квалификации сотрудников проектных бюро и классификационных обществ судостроительной отрасли.

На базе данной лаборатории ежегодно проводятся курсы повышения квалификации специалистов Российского Морского Регистра Судоходства.

Для более востребованной инженерной подготовки студентов СПбГЭТУ «ЛЭТИ» по данному направлению, необходимо проводить совместные занятия с судостроительными предприятиями, заводами, профильными кафедрами других университетов отрасли, занимающимися разработкой и проектированием судовых электроэнергетических систем. Целесообразно проведение практических занятий на современных судах с возможностью изучения реального оборудования.

СПбГЭТУ «ЛЭТИ» постоянно повышает уровень подготовки выпускников в области проектирования современных судовых электроэнергетических систем и судовых систем электродвижения и готов удовлетворить потребности морских конструкторских бюро, проектных организаций и судостроительных заводов в высококвалифицированных специалистах.

#### **Список литературы:**

1. Шелудько В.Н., Сентябрев Ю.В., Григорьев А.В., Малышев С.М. Научно-экспериментальный комплекс физических моделей судовых электроэнергетических систем и систем электродвижения нового поколения. // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Выпуск № 7, 2016, С. 48–51.

2. Шелудько В.Н., Сентябрев Ю.В., Григорьев А.В. Современные электроэнергетические системы с системами электродвижения для судов снабжения и морских нефтегазовых сооружений, Труды 14-я Международной конференции и выставки по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ (RAO/CIS Offshore 2019), 1–4 октября 2019 года, г. Санкт-Петербург – СПб: ХИМИЗДАТ, 2019, с. 263 – 267, ISBN 978-5-93808-315-9.

3. Шелудько В.Н., Григорьев А.В., Сентябрев Ю.В. «Гибридные (комбинированные) пропульсивные установки для судов и кораблей ВМФ», Сборник докладов и выступлений научно-деловой программы Международного военно-технического форума «Армия-2019», секция «Актуальные вопросы развития военно-морского флота» изд. Министерства обороны Российской Федерации, Москва, 2019, С. 52–55.

4. Григорьев А.В., Шелудько В.Н., Сентябрев Ю.В. "Автономные электростанции на базе инновационных источников электроэнергии для регионов Крайнего Севера и Дальнего Востока». Сборник докладов V Международная Конференция «Арктика: шельфовые проекты и устойчивое развитие регионов» (Арктика-2020), С. 31, 2020.

5. Григорьев А.В. Судовые системы электродвижения: прошлое и настоящее // Морской флот № 4, 2023, С. 24–26.

6. Григорьев А.В. Судовые электроэнергетические системы и системы электродвижения. // Морской флот № 1, 2023, С. 26–27.

A. V. Grigoriev, S. M. Malyshev, K. M. Shlyapcev

Training of engineering specialists for the shipbuilding industry at Saint Petersburg Electrotechnical University

*Saint Petersburg Electrotechnical University, Russia*

*Abstract. Ship electric power systems (SEPS) and electric propulsion systems (EPS) are widely used on ships with various purposes. SEPS and EPS include electrical equipment of various operating principles and purposes, including permanent magnet electrical machines, active rectifiers, etc. Modern electrical engineering base, new semiconductor devices and microprocessor technology require constant improvement of the educational and methodological process in the training of design specialists SEPS and EPS.*

**Keywords:** ship electric propulsion systems; unified electric power systems; increasing the level of studying; academic disciplines