

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Автоматика и телемеханика на ж.д.»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

**Б1.В.15 «ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ  
СЖАТ»**

для специальности

**23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»**

по специализации

**«Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»**

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург  
2025

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
«Автоматика и телемеханика на ж.д.»  
Протокол №4 от «12» февраля 2025 г.

И.О. Заведующего кафедрой  
«Автоматика и телемеханика на ж.д.»

«12» февраля 2025 г.

А.А. Блюдов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
«12» февраля 2025 г.

А.А. Блюдов

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа дисциплины «Основы разработки электронной аппаратуры СЖАТ» (Б1.В.15) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (уровень специалитета) (далее - ФГОС ВО), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2016 г. N 1296, с учетом профессионального стандарта:

- 17.017 «Работник по обслуживанию и ремонту устройств железнодорожной автоматики и телемеханики», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 03 марта 2022 г. N 103н.

Целью преподавания дисциплины «Основы разработки микроэлектронных систем автоматики и телемеханики» является обучение студентов организационным, нормативным, методическим и техническим основам процесса разработки, изготовления, постановки на производство и эксплуатации микроэлектронных систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- формирование у обучающихся знаний об устройстве, принципах действия электронных систем ЖАТ;
- формирование у обучающихся умений выполнения расчётов, проектирования и анализа характеристик устройств электронных систем ЖАТ;
- формирование у обучающихся навыков разработки технических решений проектной документации для производства, модернизации, ремонта, а также создания новых образцов электронных систем ЖАТ.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами достижения компетенций**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, приведенными в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами достижения компетенций

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1. Поддержание в исправном состоянии оборудования, устройств и систем ЖАТ на участках железнодорожных линий	
ПК-1.1.2 Знает устройство, принцип действия, технические характеристики, конструктивные особенности приборов, оборудования, систем и устройств обеспечения движения поездов	Обучающийся знает устройство, принцип действия основных элементов, узлов и устройств микропроцессорных систем обеспечения движения поездов
ПК-1.1.3 Знает электротехнику, электронику, радиотехнику, теорию передачи сигналов в части, необходимой для выполнения трудовых функций	Обучающийся знает электротехнику, электронику, радиотехнику, теорию передачи сигналов в части, необходимой для работ по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации электронных систем ЖАТ
ПК-1.3.4 Имеет навыки обнаружения, предупреждения и устранения причин неисправностей, отказов, повреждений оборудования, устройств и систем ЖАТ, в том числе с использованием автоматизированных средств	Обучающийся имеет навыки производить оценку взаимного влияния элементов системы обеспечения движения поездов и факторов, воздействующих на работоспособность и надёжность оборудования электронных систем ЖАТ; навыки обнаружения, предупреждения и устранения причин неисправностей, отказов, повреждений оборудования, устройств и систем ЖАТ, в том числе с использованием автоматизированных средств
ПК-2. Разработка, проектирование и внедрение устройств и систем ЖАТ	
ПК-2.1.1 Знает нормативные, технические, руководящие, правовые документы в части разработки, проектирования, внедрения устройств и систем ЖАТ	Обучающийся знает нормативные, технические, руководящие, правовые документы в части разработки, проектирования, внедрения устройств и систем ЖАТ
ПК-2.1.2 Знает характерные виды и причины нарушений исправного и работоспособного состояния устройств и систем ЖАТ и способы их предупреждения и устранения	Обучающийся знает характерные виды и причины нарушений исправного и работоспособного состояния устройств и систем ЖАТ и способы их предупреждения и устранения с использованием современных научно-обоснованных методик
ПК-2.1.3 Знает элементную базу для разработки устройств и систем ЖАТ	Обучающийся релейные и микроэлектронные устройства для разработки, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте объектов электронных систем ЖАТ
ПК-2.1.4 Знает автоматизированные системы и информационно-коммуникационные технологии, применяемые в системах обеспечения движения поездов	Обучающийся знает автоматизированные системы и информационно-коммуникационные технологии, применяемые в системах обеспечения движения поездов
ПК-2.1.5 Знает методы и принципы построения устройств и систем управления движением поездов	Обучающийся знает методы инженерных расчётов, проектирования и анализа характеристик дискретных элементов и устройств электронных систем ЖАТ
ПК-2.2.1 Умеет составлять чертежи, проектную документацию, электрические схемы устройств и систем ЖАТ	Обучающийся умеет разрабатывать проектную документацию для производства, модернизации, ремонта, а также создания новых образцов устройств, систем, процессов и средств технологического оснащения в области электронных систем ЖАТ
ПК-2.2.3 Умеет производить расчет и анализ надежности и безопасности технических решений	Обучающийся умеет производить расчёты надёжности, электромагнитной совместимости и безопасности устройств и систем железнодорожной автоматики и

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
	телемеханики с обоснованием технических решений
ПК-2.3.3 Имеет навыки ввода в эксплуатацию устройств и систем ЖАТ	Обучающийся умеет организовывать и выполнять работы по вводу в эксплуатацию устройств и систем ЖАТ

### 3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль	
		1	2
Контактная работа (по видам учебных занятий)	106	64	42
В том числе:			
- лекции (Л)	60	32	28
- практические занятия (ПЗ)	16	16	-
- лабораторные работы (ЛР)	30	16	14
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	106	80	26
Контроль	40	36	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, 3, КП	Э, КП	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	252 / 7,0	180 / 5,0	72 / 2,0

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	28
В том числе:	
- лекции (Л)	16
- практические занятия (ПЗ)	4
- лабораторные работы (ЛР)	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	211
Контроль	13
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, 3, КП

**5. Структура и содержание дисциплины****5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов**

Для очной формы обучения:

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Элементная база аппаратуры управления	<b>Лекция 1.</b> Полупроводниковые диоды (2 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лекция 2.</b> Стабилитроны и элементы защиты от перенапряжений (2 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лекция 3.</b> Биполярные транзисторы как полупроводниковые ключи (2 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лекция 4.</b> Биполярные транзисторы в линейном режиме работы (2 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лекция 5.</b> Полупроводниковые ключи с изолированным затвором (4 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лекция 6.</b> Тиристоры и симисторы (4 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лекция 7.</b> Оптоэлектронные приборы (2 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лабораторная работа 1.</b> Исследование диодов, неуправляемого выпрямителя и параметрического стабилизатора напряжения (4 часа)	ПК-2.1.5
		<b>Лабораторная работа 2.</b> Исследование работы биполярного транзистора и транзисторного усилительного каскада (4 часа)	ПК-2.1.5
		<b>Лабораторная работа 3.</b> Исследование работы полевого транзистора в ключевом режиме при различных видах нагрузки (4 часа)	ПК-2.1.5
<b>Лабораторная работа 4.</b>	ПК-2.1.5		

		Исследование оптоэлектронных приборов (2 часа)	
		<b>Лабораторная работа 5.</b> Исследование тиристоров (2 часа)	ПК-2.1.5
		<b>Самостоятельная работа.</b> Физические основы функционирования полупроводниковых приборов (40 часов)	ПК-2.1.3
2	Устройства сопряжения с объектами	<b>Лекция 8.</b> Общие сведения о современных системах ЖАТ (4 часа)	ПК-1.1.2
		<b>Лекция 9.</b> Методы построения безопасных устройств сопряжения с объектами (2 часа)	ПК-1.1.2
		<b>Лекция 10.</b> Зарубежные малогабаритные реле для безопасных систем и релейно-полупроводниковая коммутация (2 часа)	ПК-1.1.2
		<b>Лекция 11.</b> Устройства включения исполнительных реле на основе одноконтных преобразователей напряжения (2 часа)	ПК-1.1.2
		<b>Лекция 12.</b> Преобразовательные схемы для бесконтактных устройств сопряжения (2 часа)	ПК-1.1.2
		<b>Лекция 13.</b> Конденсаторные схемы преобразования для безопасной аппаратуры (2 часа)	ПК-1.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.1.4
		<b>Курсовой проект.</b> Разработка безопасных устройств сопряжения. (16 часов)	ПК-2.1.5 ПК-2.2.1 ПК-2.1.4
		<b>Самостоятельная работа.</b> Методы расчета параметров компонентов электрических принципиальных схем (40 часов)	ПК-2.2.1 ПК-2.1.4
3	Организационное и нормативное обеспечение процесса разработки микропроцессорных СЖАТ	<b>Лекция 14.</b> Особенности микропроцессорных СЖАТ как объекта разработки и эксплуатации. (2 часа)	ПК-1.1.2 ПК-2.1.3
		<b>Лекция 15.</b> Понятие жизненного цикла ЖАТ. Стадии разработки (2 часа)	ПК-1.1.2 ПК-2.1.3
		<b>Лекция 16.</b> Порядок	ПК-1.1.2

		разработки и постановки продукции на производство (2 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лекция 17.</b> Нормативное обеспечение процесса разработки ЖАТ (4 часа)	ПК-1.1.2 ПК-2.1.3 ПК-2.1.1
		<b>Лекция 18.</b> Техническое задание. Структура технического задания (2 часа)	ПК-1.1.2 ПК-2.1.3 ПК-2.1.1
		<b>Лекция 19.</b> Методы обеспечения безотказности и безопасности микроэлектронных СЖАТ (4 часа)	ПК-1.1.2 ПК-2.1.3 ПК-1.3.4 ПК-2.1.2
		<b>Лекция 20.</b> Технология разработки программных средств микроэлектронных ЖАТ. (4 часа)	ПК-1.1.2 ПК-2.1.3 ПК-2.1.1
		<b>Лекция 21.</b> Методические основы доказательства безопасности ЖАТ (4 часа).	ПК-1.1.2 ПК-2.1.3 ПК-1.3.4 ПК-2.1.2
		<b>Лабораторная работа 6.</b> Разработка электрической принципиальной схемы устройства сопряжения с объектами (6 часов)	ПК-2.2.1 ПК-2.1.4 ПК-2.1.5 ПК-2.1.1
		<b>Лабораторная работа 7.</b> Разработка конструктивных решений электронной аппаратуры ЖАТ (4 часа)	ПК-2.1.5
		<b>Лабораторная работа 8.</b> Разработка технического задания на устройство ЖАТ (4 часа)	ПК-2.1.1 ПК-2.2.1 ПК-2.1.4 ПК-2.2.3
4	Эксплуатируемые микроэлектронные системы ЖАТ	<b>Лекция 23.</b> Техническая и функциональная структуры применяемых микроэлектронных систем на примере систем МПЦ (4 часа)	ПК-1.1.2 ПК-1.1.3 ПК-2.1.3 ПК-2.1.4 ПК-2.3.3
		<b>Самостоятельная работа.</b> Техническая и функциональная структура системы ЭЦ-ЕМ (12 часов).	ПК-1.1.2 ПК-1.1.3 ПК-2.1.3 ПК-2.1.4 ПК-2.3.3
		<b>Самостоятельная работа.</b> Организация технической эксплуатации системы Ebilock-950 (14 часов).	ПК-1.1.3 ПК-2.1.4 ПК-2.3.3

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Элементная база аппаратуры управления	<b>Лекция 1.</b> Полупроводниковые диоды (2 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лекция 2.</b> Стабилитроны и элементы защиты от перенапряжений (2 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лекция 3.</b> Биполярные транзисторы как полупроводниковые ключи (2 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лекция 4.</b> Тиристоры и симисторы (2 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лекция 5.</b> Оптоэлектронные приборы (2 часа)	ПК-2.1.3
		<b>Лабораторная работа 1.</b> Исследование диодов, неуправляемого выпрямителя и параметрического стабилизатора напряжения (4 часа)	ПК-2.1.5
		<b>Лабораторная работа 2.</b> Исследование работы биполярного транзистора и транзисторного усилительного каскада (4 часа)	ПК-2.1.5
2	Устройства сопряжения с объектами	<b>Лекция 6.</b> Общие сведения о современных системах ЖАТ (2 часа)	ПК-1.1.2
		<b>Самостоятельная работа.</b> Методы построения безопасных устройств сопряжения с объектами (4 часа)	ПК-1.1.2

		<p><b>Лекция 7.</b> Устройства включения исполнительных реле на основе одноконтных преобразователей напряжения (2 часа)</p>	ПК-1.1.2
		<p><b>Курсовой проект.</b> Разработка безопасных устройств сопряжения. (4 часов)</p>	ПК-2.1.5 ПК-2.2.1 ПК-2.1.4
		<p><b>Самостоятельная работа.</b> Методы расчета параметров компонентов электрических принципиальных схем. Зарубежные малогабаритные реле для безопасных систем и релейно-полупроводниковая коммутация. Преобразовательные схемы для бесконтактных устройств сопряжения. Конденсаторные схемы преобразования для безопасной аппаратуры (60 часов)</p>	ПК-2.2.1 ПК-2.1.4
3	<p>Организационное и нормативное обеспечение процесса разработки микропроцессорных СЖАТ</p>	<p><b>Лекция 8.</b> Порядок разработки и постановки продукции на производство (2 часа)</p>	ПК-1.1.2 ПК-2.1.3
		<p><b>Самостоятельная работа.</b> Особенности микропроцессорных СЖАТ как объекта разработки и эксплуатации. Понятие жизненного цикла ЖАТ. Стадии разработки. Нормативное обеспечение процесса разработки ЖАТ. Техническое задание. Структура технического задания. Методы обеспечения безотказности и безопасности микроэлектронных СЖАТ. Технология разработки программных средств микроэлектронных ЖАТ. Методические основы доказательства безопасности ЖАТ (40 часов)</p>	ПК-1.1.2 ПК-1.3.4 ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.1.3 ПК-2.1.4 ПК-2.1.5 ПК-2.2.1 ПК-2.2.3

4	Эксплуатируемые микроэлектронные системы ЖАТ	<b>Самостоятельная работа.</b> Техническая и функциональная структуры применяемых микроэлектронных систем на примере систем МПЦ Техническая и функциональная структура системы ЭЦ-ЕМ. Организация технической эксплуатации системы Ebilock-950 (14 часов).	ПК-1.1.2 ПК-1.1.3 ПК-2.1.3 ПК-2.1.4 ПК-2.3.3
---	--	--	--

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

Таблица 5.3.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Элементная база аппаратуры управления	18		16	40	74
2	Устройства сопряжения с объектами	14	16		40	70
3	Организационное и нормативное обеспечение процесса разработки микропроцессорных СЖАТ	24		14		38
4	Эксплуатируемые микроэлектронные системы ЖАТ	4			26	30
	<b>Итого</b>	60	16	30	106	212
<b>Контроль</b>						40
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						252

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Элементная база аппаратуры управления	10		8	70	88
2	Устройства сопряжения с объектами	4	4		64	72
3	Организационное и нормативное обеспечение процесса разработки микропроцессорных СЖАТ	2			40	42
4	Эксплуатируемые				37	37

	микроэлектронные системы ЖАТ					
	<b>Итого</b>	16	4	8	211	239
<b>Контроль</b>						13
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						252

## **6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделах 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

## **8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы специалитета по дисциплине**

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- MS Visio;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований

в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»;

8.3. Профессиональные базы данных при изучении дисциплины не используются.

8.4. Информационные справочные системы при изучении дисциплины не используются.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира: учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / Пер. с англ.; под ред. Г. Теега, С. Власенко. - М.: Интекст, 2010. – 496 с.

2. Микропроцессорные системы централизации: Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта / Вл.В. Сапожников и др.; Под ред. Вл.В. Сапожникова. - М.: ГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2008. -398 с.

3. Методы и средства для проведения работ по сертификации систем и устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. (Учебно-методическое пособие) Гавзов Д.В., Белишкина Т.А., Ж.-д. транспорт. Сер. "Сигнализация и связь" ЭИ/ЦНИИТЭИ МПС, 1999, Вып.1-2

4. Сертификация и доказательство безопасности систем железнодорожной автоматики./В.В.Сапожников, Вл..В...Сапожников, В.И.Талалаев.-М.:Транспорт, 1997.-228с.

5. Надежность систем железнодорожной автоматики и телемеханики/. В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, В.И. Шаманов. Москва, УМК МПС РФ, 2002

6. Методы построения безопасных микроэлектронных систем железнодорожной автоматики/В.В.Сапожников, Вл.В.Сапожников, Х.А.Христов.-М:Транспорт 1995.-272 с.

7. Кононов В.А., Лыков А.А., Никитин А.Б. Основы проектирования электрической централизации промежуточных станций: учеб. пособие / Под ред. А.Б. Никитина. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2013. – 348 с.

8. Техническая эксплуатация устройств и систем ж.д. автоматики и телемеханики. Учебное пособие для ВУЗов ж.д. транспорта/ В.В.Сапожников, Вл.В. Сапожников, А.А. Прокофьев, А.И.Каменев.- М.:Маршрут,2003.-450 стр.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>. (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibooks.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

3. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

4. СЦБИСТ - железнодорожный форум. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://scbist.com/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

Разработчик рабочей программы,  
доцент  
«12» февраля 2025 г.

\_\_\_\_\_ О.А. Наседкин