

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

Кафедра «Наземные транспортно-технологические комплексы»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

**Б1.В.ОД.3 «ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ И НОРМИРОВАНИЕ  
ТОЧНОСТИ»**

для направления

**27.03.01 «Стандартизация и метрология»**

по профилю

*«Метрология, стандартизация, подтверждение соответствия и управление  
качеством»*

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург  
2026

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Протокол № 5 от 29 января 2026 г.

Заведующий кафедрой  
«Наземные транспортно-  
технологические комплексы»  
29 января 2026 г.

А.А. Воробьев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
29 января 2026 г.

Л.Ф. Казанская

## 1 Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Взаимозаменяемость и нормирование точности» (Б1.В.ОД.3) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 07 августа 2020 г., приказ Минобрнауки России № 901.

Целью изучения дисциплины является подготовка специалистов, способных решать задачи анализа, нормирования, стандартизации и контроля точности технических систем и их элементов.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- обеспечение выполнения мероприятий по улучшению качества продукции, по совершенствованию метрологического обеспечения, по разработке новых и пересмотру действующих стандартов, правил, норм и других документов по стандартизации, сертификации, метрологическому обеспечению и управлению качеством;
- оценка уровня брака и анализ причин его возникновения, разработка технико-технологических и организационно-экономических мероприятий по его предупреждению и устранению;
- практическое освоение современных методов контроля, измерений, испытаний и управления качеством, эксплуатации контрольно-измерительных средств;
- определение номенклатуры измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов; установление оптимальных норм точности измерений и достоверности контроля; выбор средств измерений, испытаний и контроля.

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

| Индикаторы достижения компетенций                                                                     | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3 Анализ состояния метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы организации |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК-3.1.2. Знает принципы нормирования точности измерений                                              | Обучающийся <i>знает</i> : <ul style="list-style-type: none"><li>- способы оценки точности (неопределённости) измерений и испытаний, и достоверности контроля;</li><li>- принципы нормирования точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц;</li><li>- принципы построения, структуру и содержание систем обеспечения достоверности измерений и оценки качества продукции.</li></ul> |

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

Дисциплина «Взаимозаменяемость и нормирование точности» (Б1.В.4) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы                           | Всего часов | Семестр |
|----------------------------------------------|-------------|---------|
|                                              |             | 5       |
| Контактная работа (по видам учебных занятий) |             |         |
| В том числе:                                 | 64          | 64      |
| лекции (Л)                                   | 32          | 32      |
| практические занятия (ПЗ)                    | 16          | 16      |
| лабораторные работы (ЛР)                     | 16          | 16      |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего)         | 40          | 40      |
| Контроль                                     | 4           | 4       |
| Форма контроля знаний                        | 3           | 3       |
| Общая трудоемкость: час / з.е.               | 108/3       | 108/3   |

*Примечания: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), курсовой проект (КП).*

### 5 Структура и содержание дисциплины

#### 5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

| № п/п | Наименование раздела дисциплины       | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Индикаторы достижения компетенций |
|-------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1     | Основные понятия о взаимозаменяемости | <b>Лекция 1</b> Основные нормы взаимозаменяемости. Ряды предпочтительных чисел и ряды нормальных линейных размеров. Виды взаимозаменяемости. Классификация отклонений геометрических параметров деталей. Классификация размеров. Погрешность размеров. Предельные отклонения. Допуск нормируемого параметра как регламентация требуемой точности. | ПК-3.1.2                          |

|   |                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|   |                                                                                                                                    | <b>Лекция 2</b> Допуск размера. Поле допуска. Предельные контуры максимума материала детали (предел проходной) и минимума материала (предел непроходной). Соединения и посадки. Сопрягаемые и несопрягаемые поверхности. Охватывающие и охватываемые поверхности. Посадки. Предельные зазоры и натяги. Три группы посадок. Допуск посадки.                                                                                                   |          |
|   |                                                                                                                                    | <b>Лабораторная работа 1.</b> Определение основных элементов посадок в системе отверстия и в системе вала                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                                                                                    | <b>Типовая задача 1.</b> Расчёт и выбор посадки с натягом зубчатого колеса на вал                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                                                                                    | <b>Самостоятельная работа</b> Принципы выбора допусков и посадок.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ПК-3.1.2 |
| 2 | Нормирование формы, расположения, волнистости и шероховатости поверхности деталей двигателя, методы и средства контроля отклонений | <b>Лекция 3</b> Классификация отклонений геометрических параметров деталей. Система нормирования отклонений формы и расположения поверхностей деталей.<br><b>Лекция 4</b> Шероховатость поверхности и её параметры. Волнистость поверхностей деталей. Выбор допустимых отклонений расположения, волнистости и шероховатости поверхности. Методы и средства измерения и контроля отклонений формы, расположения и шероховатости поверхностей. | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                                                                                    | <b>Лабораторная работа 2.</b> Измерение шероховатости поверхности на двойном микроскопе акад. Линника (МИС-11). Измерение параметров шероховатости поверхности на профилографе-профилометре.<br><b>Лабораторная работа 3</b> Измерение предельных гладких пробок на оптиметре. Измерение и контроль суммарных отклонений формы и расположения поверхностей                                                                                   | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                                                                                    | <b>Типовая задача 2.</b> Назначение допусков формы, месторасположения, ориентации и биения поверхностей вала. Назначение параметров шероховатости поверхностей вала                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК-3.1.2 |

|   |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |
|---|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|   |                                                                   | <b>Самостоятельная работа</b> Влияние шероховатости, волнистости, отклонений формы и расположения поверхностей деталей на взаимозаменяемость деталей, эксплуатационные характеристики, износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость и другие показатели качества.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК-3.1.2 |
| 3 | Взаимозаменяемость, методы и средства контроля гладких соединений | <p><b>Лекция 5</b> Единая система допусков и посадок, построенная на базе системы ИСО. Основные эксплуатационные требования и система допусков и посадок гладких соединений. Поля допусков для размеров менее 1 мм, от 1 до 500 мм. Обозначение полей допусков и посадок на чертеже.</p> <p><b>Лекция 6</b> Методы расчета посадок с натягом, зазором и переходных. Области применения посадок. Выбор качества. <b>Лекция 7</b> Система допусков и посадок подшипников качения. Классы точности подшипников. Расчет посадок подшипников качения.</p> <p><b>Лекция 8</b> Характеристика методов и средств контроля гладких цилиндрических деталей. Предельные калибры для гладких цилиндрических деталей и их классификация, расположение полей допусков.</p> | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                   | <p><b>Лабораторная работа 4</b> Выбор универсальных средств измерения</p> <p><b>Лабораторная работа 5</b> Измерение и контроль размеров деталей штангенинструментами. Измерение и контроль размеров вала микрометром.</p> <p><b>Лабораторная работа 6</b> Измерение и контроль наружных размеров деталей рычажной скобой. Измерение и контроль размеров вала индикатором часового типа</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                   | <b>Типовая задача 3.</b> Расчёт и выбор посадок подшипников качения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                   | <p><b>Самостоятельная работа</b> Ограничительный отбор полей допусков. Допуски несопрягаемых размеров.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК-3.1.2 |

|   |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |
|---|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 4 | Взаимозаменяемость шпоночных и шлицевых соединений                  | <b>Лекция 9</b> Типы шпоночных соединений Поля допусков и посадки шпоночных и шлицевых соединений. (4 часа).                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                     | <b>Типовая задача 4.</b> Выбор размеров и посадок шпоночного соединения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                     | <b>Самостоятельная работа</b> Контроль точности шлицевых соединений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ПК-3.1.2 |
| 5 | Взаимозаменяемость, методы и средства контроля резьбовых соединений | <b>Лекция 10</b> Требования к резьбовым соединениям. Параметры резьбовых соединений. Принципы обеспечения взаимозаменяемости цилиндрических резьб. <b>Лекция 11</b> Система допусков и посадок метрических резьб. Посадки с зазором, с натягом и переходные. Методы контроля геометрических параметров резьбы.                                                                                  | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                     | <b>Лабораторная работа 7</b> Измерение резьбового калибра-пробки на инструментальном микроскопе                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                     | <b>Типовая задача 5</b> Анализ точности резьбового соединения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                     | <b>Самостоятельная работа</b> Влияние точности изготовления резьбы на прочность резьбовых соединений. Характеристика и взаимозаменяемость кинематических резьб.                                                                                                                                                                                                                                 | ПК-3.1.2 |
| 6 | Взаимозаменяемость, методы и средства контроля зубчатых передач     | <b>Лекция 12</b> Классификация зубчатых передач по функциональному назначению и основные требования к ним. Система допусков для цилиндрических зубчатых передач. Термины и определения. Кинематическая точность зубчатых передач. Плавность работы зубчатых передач. Контакт сопряженных зубьев колес в передаче. Боковой зазор. Методы и средства контроля точности зубчатых передач. (4 часа) | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                     | <b>Лабораторная работа 8</b> Измерение радиального биения и погрешности направления зубьев зубчатого колеса. Измерение и контроль отклонения шага зацепления. Измерение смещения исходного контура зуба.                                                                                                                                                                                        | ПК-3.1.2 |
|   |                                                                     | <b>Типовая задача 6</b> Анализ точности зубчатого колеса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК-3.1.2 |

|   |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |
|---|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|   |                | <b>Самостоятельная работа</b><br>Взаимозаменяемость конических зубчатых передач                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК-3.1.2 |
| 7 | Размерные цепи | <b>Лекция 13</b> Классификация размерных цепей. Основные термины и определения. Решение прямой и обратной задачи методами полной взаимозаменяемости (предельного суммирования или максимума-минимума) и вероятностным или неполной взаимозаменяемости.<br><b>Лекция 14</b> Метод групповой взаимозаменяемости. Метод регулирования. Метод пригонки. Расчёт плоских и пространственных размерных цепей. . | ПК-3.1.2 |
|   |                | <b>Типовая задача 7.</b> Расчет размерной цепи методом полной взаимозаменяемости<br><b>Типовая задача 8.</b> Расчет размерной цепи вероятностным методом                                                                                                                                                                                                                                                 | ПК-3.1.2 |
|   |                | <b>Самостоятельная работа</b><br>Динамические задачи размерного анализа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-3.1.2 |

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п        | Наименование раздела дисциплины                                                                                          | Л         | ПЗ        | ЛР        | СРС       |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1            | Основные понятия о взаимозаменяемости                                                                                    | 4         | 2         | 2         | 4         |
| 2            | Нормирование формы, расположения, волнистости и шероховатости поверхности деталей, методы и средства контроля отклонений | 4         | 2         | 4         | 6         |
| 3            | Взаимозаменяемость, методы и средства контроля гладких соединений                                                        | 8         | 2         | 6         | 6         |
| 4            | Взаимозаменяемость шпоночных и шлицевых соединений                                                                       | 4         | 2         | -         | 6         |
| 5            | Взаимозаменяемость, методы и средства контроля резьбовых соединений                                                      | 4         | 2         | 2         | 6         |
| 6            | Взаимозаменяемость, методы и средства контроля зубчатых передач                                                          | 4         | 2         | 2         | 6         |
| 7            | Размерные цепи                                                                                                           | 4         | 4         | -         | 6         |
| <b>Итого</b> |                                                                                                                          | <b>32</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>40</b> |

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

Оценочные материалы по дисциплине являются 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 разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, 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 бакалавриата по дисциплине**

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

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

Для проведения лабораторных работ используется «Лаборатория технических измерений» кафедры, оборудованная следующими установками и специальной техникой, используемыми в учебном процессе:

- плоско-параллельные концевые меры длины;
- средства измерений (штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы, микрометры гладкие, скобы рычажные, индикаторы часового типа, нутромеры индикаторные);
- микроскопы инструментальные;
- профилограф-профилометр модели 170623;
- двойные микроскопы академика Линника;
- универсальный прибор для измерения точности зубчатых колес;
- зубомеры смещения (тангенциальные);
- преобразователи индуктивные;
- оптиметр вертикальный;
- образцы шероховатости;
- калибры-пробки гладкие.

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.

Перечень лицензионных программ представлен на внутреннем портале ФГБОУ ВО ПГУПС по адресу <http://eaisu.pgups.edu.mps/info/prog/>

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/>— Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/>— Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/>— Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (OpenScience), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

- Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / И.А. Иванов [и др.] ; Под ред. И.А. Иванова, С.В. Урушева. СПб: Лань, 2019. — 356 с.
- Иванов И.А., Урушев С.В. Основы метрологии, стандартизации, взаимозаменяемость и сертификация. Учебное пособие для вузов ж.д. транспорта- М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 287с.
- Иванов И.А., Кононов Д.П., Урушев С.В. Взаимозаменяемость: учебное пособие. – СПб.: ПГУПС, 2010 – 195с.
- Технические измерения: учебное пособие к лабораторным работам по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» /А.Ф. Богданов, А.А. Воробьев, И.А. Иванов и др. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. – 146с.
- «Анализ качества изделия транспортного машиностроения» учебное пособие по курсовому проектированию, по дисциплине «Метрология, стандартизация и

сертификация»: И.А. Иванов, С.В. Урушев, Д.П. Кононов, В.Г. А.А. Воробьев, Н.Ю. Шадрина. Под ред. И.А. Иванова – СПб.: ПГУПС, 2018. – 77с.

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

- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: [my.pgups.ru](http://my.pgups.ru)— Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru>— Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: учебник / И.А. Иванов [и др.] ; Под ред. И.А. Иванова, С.В. Урушева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 356 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/113911>. - Метрология, стандартизация, взаимозаменяемость и сертификация: электронный учебник для вузов/ И.А. Иванов, С.В. Урушев, А.А. Воробьев, Д.П. Кононов. – СПб.: ПГУПС, 2011 – 432 с.
- Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарта) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.gost.ru/>, свободный.

Разработчик программы,  
профессор

А.А. Воробьев

29 января 2026 г.