ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Локомотивы и локомотивное хозяйство»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«теория тяги поездов» (Б1.Б.42)

для специальности

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

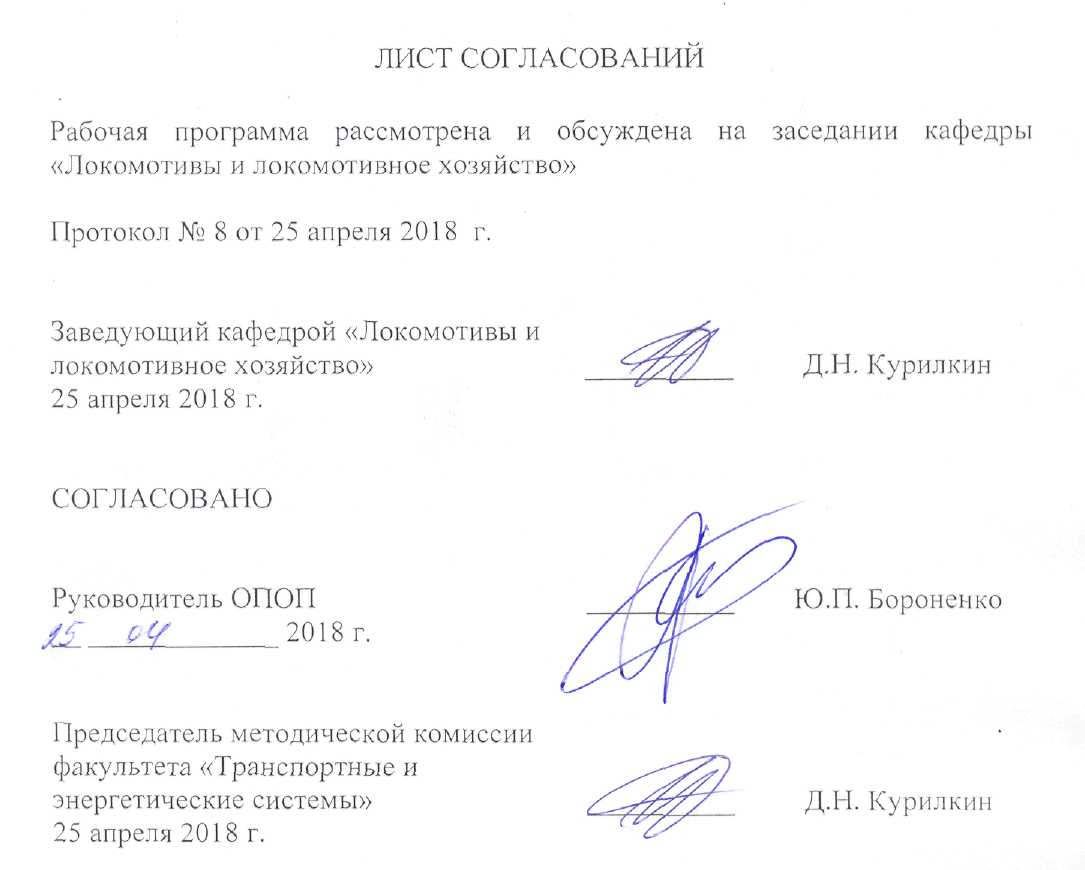
по специализации

«Технология производства и ремонта подвижного состава»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург

2018



**1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным «17» октября 2016 г., приказ № 1295 по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог», по дисциплине «Теория тяги поездов».

Целью изучения дисциплины «Теория тяги поездов» является: формирование у обучающихся на основе теории тяги понимания физической сущности процессов, происходящих при движении поезда, умения оценивать влияние различных факторов на изменение тяговых и энергетических характеристик локомотивов, выполнять тяговые расчеты и нормировать расход энергоресурсов.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- овладение обучающимися теоретическими основами процессов образования силы тяги, сопротивления движению и торможения поездов;

- освоение методов решения уравнения движения поезда, нормирования расхода энергоресурсов локомотивами на тягу поездов, определение скорости и времени хода поезда по участку;

- знание особенностей движения тяжеловесных и длинносоставных грузовых поездов.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются: приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ**:

- теорию движения поезда, характеристики режимов движения поезда, методы реализации сил тяги и торможения, методы нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов, принципы автоматизации вождения поездов по критериям оптимальности;

**УМЕТЬ**:

- выполнять тяговые расчеты и выбирать рациональные режимы движения поезда;

**ВЛАДЕТЬ**:

- технологиями тяговых расчетов и методами нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов.

Приобретенные знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК)**, соответствующих виду профессиональной деятельности, на который ориентирована программа специалитета:

**производственно-технологическая деятельность:**

- способностью понимать устройства и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава, владением техническими условиями и требованиями, предъявляемыми к подвижному составу при выпуске после ремонта, теорией движения поезда, методами реализации сил тяги и торможения, методами нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов, технологиями тяговых расчетов, методами обеспечения безопасности движения поездов при отказе тормозного и другого оборудования подвижного состава, методами расчета потребного количества тормозов, расчетной силы нажатия, длины тормозного пути, готовностью проводить испытания подвижного состава и его узлов, осуществлять разбор и анализ состояния безопасности движения (ПК-2).

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 ОПОП.

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

Дисциплина «Теория тяги поездов» (Б1.Б.42) относится к базовой части и является обязательной для изучения.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| **8** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:   * лекции (Л) * практические занятия (ПЗ) * лабораторные работы (ЛР) | 64  32  -  32 | 64  32  -  32 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 89 | 89 |
| Контроль | 27 | 27 |
| Форма контроля знаний | КП, Э | КП, Э |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 180/5 | 180/5 |

*Примечания: «Форма контроля знаний» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З\*), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР), контрольная работа (КЛР).*

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| --- | --- | --- |
| 1. | Введение. Основные задачи, решаемые теорией тяги поездов. | Цели и задачи, решаемые теорией локомотивной тяги и тяговыми расчетами:  -определение массы состава;  - определение перегонного времени хода;  - тормозные задачи, решаемые тяговыми расчетами;  - определение расхода энергии на тягу поездов;  -другие виды задач, решаемые с помощью теории локомотивной тяги и тяговых расчетов.  Краткая история развития науки о механике транспортного движения на железных дорогах. Транспортное движение и его особенности. Цикл и режимы транспортного движения. Допущения, принимаемые при тяговых расчетах. |
| 2. | Уравнение движение поезда и способы его решения. | Движение как результат действия внешних сил. Силы действующие на поезд. Математическая модель механики движения поезда – уравнение движения поезда.  Общий вид уравнения движения поезда как преобразованной формы второго закона Ньютона применительно к движению материальной точки. Вывод уравнения движения поезда. Условия, принятые при выводе уравнения движения поезда. Учет инерции вращающихся масс при выводе уравнения движения поезда, Коэффициент инерции вращающихся масс поезда, факторы на него влияющие. Способы приближенного решения уравнения движения поезда. Выбор масштабов тяговых расчетов графическими способами, обеспечивающих адекватность результатов графических построений. |
| 3. | Тяговые характеристики электроподвижного состава. Ограничения тяговых характеристик. Способы управления. | Способы образования силы тяги. Физическая природа сцепления движущегося колеса с рельсом и возможности реализации силы тяги при их взаимодействии. Ограничение силы тяги локомотива по сцеплению – основной закон локомотивной тяги. Электромеханические и механические характеристики тяговых электродвигателей при различных системах возбуждения. Способы управления тяговыми электродвигателями. Сравнение электромеханических характеристик двигателей различного типа. Приведение механических характеристик двигателей к колесным парам. Тяговые характеристики электроподвижного состава постоянного и переменного тока. Ограничения тяговых характеристик. Понятие о кратковременном, часовом, длительном и расчетном режимах работы. |
| 4. | Тяговые характеристики автономных локомотивов, дизель-поездов и рельсовых автобусов. Идеальные тяговые характеристики. Способы реализации. Ограничения тяговых характеристик. | Идеальная тяговая характеристика автономного локомотива. Требования, предъявляемые к тяговым передачам мощности. Тяговая характеристика по дизелю. Тяговая характеристика при различных позициях контроллера. Тяговые характеристики автономного подвижного состава с механической, гидромеханической, гидродинамической и электрической передачами мощности. Понятие о длительном режиме работы передачи мощности. Ограничения тяговых характеристик при различных передачах мощности. |
| 5. | Основное сопротивление движению подвижного состава. Физическая природа. Способы определение. Основное сопротивление движению поезда. | Основное и дополнительное сопротивления движению. Основное сопротивление движению как результат действия:  - сил трения в подшипниках, - качения и скольжения колеса по рельсу, - рассеивания энергии при динамическом взаимодействии колес и пути, вагонов между собой; - аэродинамического сопротивления воздуха. Методы экспериментального определения сил сопротивления движению подвижного состава динамометрическим методом и методом скатывания. Определение воздушного сопротивления скоростного подвижного состава. Расчетные формулы для определения сопротивления движению локомотивов и вагонов. Определение сопротивления движению поезда. |
| 6. | Дополнительные сопротивления движению. | Дополнительные силы сопротивления движению:  - сопротивление от уклона; сопротивление при движении в кривых участках пути; сопротивление при трогании, разгоне и малых скоростях движения; сопротивление от подвагонных генераторов; сопротивление от низких температур, снега и песка на рельсах; сопротивление от ветра; сопротивление в тоннелях; сопротивление от неотпущенных тормозов; от тормозных башмаков. Пути снижения основного и дополнительных сопротивлений движению подвижного состава. |
| 7. | Тормозные силы, действующие на поезд. Типы и способы решения тормозных задач. | Способы создания тормозной силы. Коэффициент трения тормозных колодок разного типа. Коэффициент сцепления при торможении. Расчет тормозной силы при колодочном и дисковых тормозах. Тормозные нормативы. Тормозная сила поезда при служебном и регулировочном торможении. Решение тормозных задач при остановке на станциях для определения перегонного времени хода, проверке действия тормозов в пути следования. Определение тормозной силы при экстренном торможении. Типы задач, решаемых для определения параметров движения поезда, обеспечивающих его безопасность. Методы решения тормозных задач, выполняемых при расследовании нарушений безопасности движения поездов. |
| 8. | Техника тяговых расчетов. Анализ продольного профиля пути. Спрямление профиля пути. Определение веса поезда без учета и с учетом запаса кинетической энергии. Учет длины и массы поезда при тяговых расчетах. Задание весовых норм. Особенности весовых норм для пассажирского и пригородного движения. | Анализ продольного профиля и плана участка, выбор расчетного подъема. Подробный и сокращенный профиль пути. Подготовка профиля и плана пути для тяговых расчетов. Методы спрямления продольного профиля пути и приведения сопротивления от кривой. Расчет тягового профиля с учетом длины и массы поезда. Влияние способа спрямления профиля на точность тяговых расчетов. Расчет веса (массы) поезда на основе уравнения движения поезда. Понятие затяжного и короткого (преодолеваемого за счет запаса кинетической энергии) подъема. Вывод формулы для определения веса состава по затяжному подъему. Определение веса состава по короткому подъему. Установление весовой нормы состава на участках обслуживания локомотивами заданной серии. Критическая, дифференцированная и унифицированная весовые нормы. Тонно-километровые диаграммы. Особенности установления весовых норм и их проверка для пассажирского, пригородного и скоростного движения. |
| 9. | Определение перегонного времени хода. | Определение перегонного времени хода различными способами:  - способом Унрейна-Дегтерева (способ треугольника);  - графическим способом Лебедева – построение кривой времени.  Определение расчетного времени хода по участку (перегонам), установление времени хода, принимаемого для графика движения.  Доказательство различных способов. Точность расчетов |
| 10 | Расчет и нормирование расхода энергоресурсов на тягу поездов. | Способы определения расхода топлива и электрической энергии. Доказательство и точность методов.  Расчет норм расхода энергии на тягу поездов через энергетический паспорт локомотива и определение поправочных коэффициентов для установления норм расхода энергии на измеритель работы в зависимости от:  - технической и максимальной скорости движения поезда; типа локомотива, вагонов и их количества в составе, осевой нагрузки вагонов; температуры наружного воздуха и скорости ветра; количества и величины снижения скорости при предупреждениях; мест предупреждений (от профиля пути, где вводится ограничение скорости) и величины снижения скорости по предупреждению; эквивалентного уклона участка; состояние пути и организации движения поездов; количества стоянок и места остановок (профиль станций и подходов к ним) и т.п.  Энергетика скоростного пассажирского движения. |
| 11 | Проверка теплового состояния тяговых электрических машин. | Факторы, влияющие на нагревание: токораспределение по ветвям тяговых двигателей, напряжение в контактном проводе (электровозы), техническое состояние, регулировка мощности локомотива и т.п.  Ограничение весовых норм по нагреванию. Выбор рациональных режимов ведения поезда при вождении поездов электровозами с целью снижения перегрева. Возможности повышения весовых норм.  Аналитические и графические методы расчета нагревания электрических машин. Графический способ определения температуры перегрева электрических машин – способ А.И. Матвеенко. Расчет и построение диаграмм тепловых коэффициентов. |
| 12 | Испытания и опытные поездки с подвижным составом. Цели, задачи, порядок проведения и обработки данных. | Виды испытаний локомотивов:  Приемочные испытания:  - комплексные динамические и по воздействию на путь и стрелочные переводы; тормозные (стационарные и ходовые); тягово-энергетические и тягово-теплотехнические;  Паспортные испытания:  - для получения тяговых, токовых, расхода топлива и электроэнергии, определения сопротивления движению и т.п., необходимых для тяговых расчетов.  Эксплуатационные опытные поездки:  - для проверки рассчитанных весовых норм и времени хода;  - для установления рациональных режимов ведения поезда по участку (для разработки режимных карт);  - для проверки нагревания тяговых электрических машин;  - проверки тормозных характеристик и т.п.  Динамометрические вагоны и их измерительное оснащение.  Экспериментальные исследования локомотивов, проводимые в России за рубежом. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Введение. Основные задачи, решаемые теорией тяги поездов. | 2 | - | - | - |
| 2 | Уравнение движение поезда и способы его решения. | 4 | - | - | 4 |
| 3 | Тяговые характеристики электроподвижного состава. Ограничения тяговых характеристик. Способы управления. | 2 | - | 2 | 4 |
| 4 | Тяговые характеристики автономных локомотивов, дизель-поездов и рельсовых автобусов. Идеальные тяговые характеристики. Способы реализации. Ограничения тяговых характеристик. | 4 | - | 4 | 4 |
| 5 | Основное сопротивление движению подвижного состава. Физическая природа. Способы определение. Основное сопротивление движению поезда. | 4 | - | 4 | 4 |
| 6 | Дополнительные сопротивления движению. | 2 | - | 2 | 4 |
| 7 | Тормозные силы, действующие на поезд. Типы и способы решения тормозных задач. | 2 | - | 4 | 8 |
| 8 | Техника тяговых расчетов. Анализ продольного профиля пути. Спрямление профиля пути. Определение веса поезда без учета и с учетом запаса кинетической энергии. Учет длины и массы поезда при тяговых расчетах. Задание весовых норм. Особенности весовых норм для пассажирского и пригородного движения. | 4 | - | 4 | 35 |
| 9 | Определение перегонного времени хода. | 2 | - | 2 | 6 |
| 10 | Расчет и нормирование расхода энергоресурсов на тягу поездов. | 2 | - | 4 | 6 |
| 11 | Проверка теплового состояния тяговых электрических машин. | 2 | - | 4 | 8 |
| 12 | Испытания и опытные поездки с подвижным составом. Цели, задачи, порядок проведения и обработки данных. | 2 | - | 2 | 6 |
| **Итого** | | 32 | - | 32 | 89 |

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименование раздела** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Введение. Основные задачи, решаемые теорией тяги поездов. | 1. «Правила тяговых расчетов для поездной работы». Утверждены 15 августа 1980 г. М., Транспорт, 1985.  2. Кузьмич В.Д., Руднев В. С., Френкель С.Я. «Теория локомотивной тяги». М., «Маршрут», 2005 – 448с.  3. Бахолдин В.И., Афонин Г.С., Курилкин Д.Н. «Основы локомотивной тяги». М.: ФГБОУ «УМЦ по образованию на ж.д.т.», 2014-308с. |
| 2 | Уравнение движение поезда и способы его решения. |
| 3 | Тяговые характеристики электроподвижного состава. Ограничения тяговых характеристик. Способы управления. |
| 4 | Тяговые характеристики автономных локомотивов, дизель-поездов и рельсовых автобусов. Идеальные тяговые характеристики. Способы реализации. Ограничения тяговых характеристик. |
| 5 | Основное сопротивление движению подвижного состава. Физическая природа. Способы определение. Основное сопротивление движению поезда. |
| 6 | Дополнительные сопротивления движению. |
| 7 | Тормозные силы, действующие на поезд. Типы и способы решения тормозных задач. |
| 8 | Техника тяговых расчетов. Анализ продольного профиля пути. Спрямление профиля пути. Определение веса поезда без учета и с учетом запаса кинетической энергии. Учет длины и массы поезда при тяговых расчетах. Задание весовых норм. Особенности весовых норм для пассажирского и пригородного движения. |
| 9 | Определение перегонного времени хода. |
| 10 | Расчет и нормирование расхода энергоресурсов на тягу поездов. |
| 11 | Проверка теплового состояния тяговых электрических машин. |
| 12 | Испытания и опытные поездки с подвижным составом. Цели, задачи, порядок проведения и обработки данных. |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Бахолдин В.И., Афонин Г.С., Курилкин Д.Н. «Основы локомотивной тяги». М.: ФГБОУ «УМЦ по образованию на ж.д.т.», 2014-308с. + Бахолдин, В.И. Основы локомотивной тяги [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Бахолдин, Г.С. Афонин, Д.Н. Курилкин. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2014. — 308 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/60666. — Загл. с экрана.

2. Кузьмич. В.Д. Теория локомотивной тяги. – М.: «Маршрут», 2005. – 448 с. + Кузьмич, В.Д. Теория локомотивной тяги [Электронный ресурс] : учеб. / В.Д. Кузьмич, В.С. Руднев, С.Я. Френкель. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2005. — 448 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/35803. — Загл. с экрана.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Деев В.В, Ильин Г.А., Афонин Г.С. Тяга поездов». Учебное пособие для ВУЗов. Под редакцией В.В. Деева. М., Транспорт, 1987 -262с.

2. Розенфельд В.Е., Исаев И.П., Сидоров Н.Н., Озеров М.И. «Теория электрической тяги . Под ред. Исаева И.П. М.: Транспорт, 1995 – 294с.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. «Правила тяговых расчетов для поездной работы». Утверждены 15 августа 1980 г. М.: Транспорт, 1985 – 287с.

2. Гребенюк П.Т., Долганов А.Н., Скворцова А.И. Тяговые расчеты. Справочник. М.: Транспорт, 1987 – 272с.

3. «Система испытаний подвижного состава. Организация и порядок проведения приемочных и сертификационных испытаний тягового подвижного состава. Стандарт отрасли. ОСТ 32.53-96. М., МПС России, 1996.

4. «Методика тяговых расчетов для поездной работы» , ЦДЛ-21. Утверждена 15.12.1987 г. МПС-ВНИИЖТ, 1988.

5. «Теоретические основы методики нормирования расхода топлива и электроэнергии для тяговых средств транспорта». Молярчук В.С. М., Транспорт, 1966 – 265с.

6. Кодекс МСЖД «Резервы времени, предусматриваемые в графиках движения в целях точного соблюдения графиков – Резервы времени». 451-1 VE. 4-е издание, декабрь 2000 г. Международный союз железных дорог VIC.

7. «Нормативы графика движения поездов». Утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 03.09.2008 г. № 2003р.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Иванов В.Н. и др. Спрямление профиля пути и определение веса поезда по затяжному подъему. Методические указания. - СПб.: ПГУПС, 2011 – 20с

2. Иванов В.Н. и др. Тяга поездов. Задания на контрольные работы №1 и №2 с методическими указаниями. СПб.: ПГУПС, 2009 – 32с.

3. Иванов В.Н., Фролов А.В. Тяга поездов. – СПб.: ПГУПС, 2010 – 40с.»

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

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

2. Электронно-библиотечная система ibooks.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ibooks.ru/ — Загл. с экрана.

3. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://e.lanbook.com/books — Загл. с экрана.

**10. 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 с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 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 (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

* технические средства (компьютерная техника и средства связи(персональные компьютеры, проектор);
* методы обучения с использованием информационных технологий(демонстрация мультимедийныхматериалов);
* электронная информационно-образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://sdo.pgups.ru.

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы: операционная система Windows, MS Office.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

