

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

Кафедра «Электрическая тяга»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



Л.С. Блажко  
2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«ТЕОРИЯ ТЯГИ ПОЕЗДОВ» (СЗ.Б.20)

для специальности

25.05.03 (190300.65) «Подвижной состав железных дорог»

по специализации

«Высокоскоростной наземный транспорт»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург  
2014

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Электрическая тяга»

Протокол № 13 от «01» — 07 — 2015 г.

Программа актуализирована и продлена на 2015/2016 учебный год  
(приложение).

Заведующий кафедрой «Электрическая  
тяга»

«01» — 07 — 2015 г.

  
А.М.Евстафьев

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Электрическая тяга»

Протокол № 1 от «30» — 08 — 2016 г.

Программа актуализирована и продлена на 2016/2017 учебный год  
(приложение).

И.О. Заведующий кафедрой «Электрическая  
тяга»

«30» — 08 — 2016 г.

 А.Я. Якушев  
А.М.Евстафьев

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Электрическая тяга»

Протокол № 5 от «22» ноября 2016 г.

Программа актуализирована и продлена на 2016/2017 учебный год  
(приложение).

Заведующий кафедрой «Электрическая  
тяга»

«22» ноября 2016 г.

  
А.М.Евстафьев

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Электрическая тяга»

Протокол № 4 от «25» апреля 2014 г.

Программа актуализирована и продлена на 2014/2018 учебный год  
(приложение).

Заведующий кафедрой «Электрическая  
тяга»

«25» апреля 2014 г.



А.М. Евстафьев

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Электрическая тяга»

Протокол № 1 от «29» августа 2014 г.

Программа актуализирована и продлена на 2014/2018 учебный год  
(приложение).

Заведующий кафедрой «Электрическая  
тяга»

«29» августа 2014 г.



А.М. Евстафьев

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Электрическая тяга»

Протокол №    от «  »            201    г.

Программа актуализирована и продлена на 201  /201   учебный год  
(приложение).

Заведующий кафедрой «Электрическая  
тяга»

«  »            201    г.

\_\_\_\_\_

А.М. Евстафьев

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры  
«Электрическая тяга»

Протокол № 12 от «20» 05 201 4 г.

Заведующий кафедрой «Электрическая  
тяга»



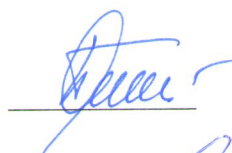
А.М. Евстафьев

«20» мая 201 4 г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Учебного управления

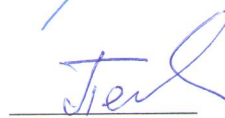
«06» июня 201 4 г.



П.П. Якубчик

Начальник Управления по качеству

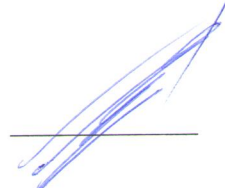
«01» июня 201 4 г.



Т.М. Петрова

Декан факультета "Транспортные и  
энергетические системы"

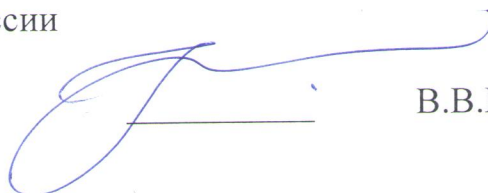
«18» мая 201 4 г.



С.Н. Чуян

Председатель методической комиссии  
факультета "Транспортные и  
энергетические системы"

«22» мая 201 4 г.



В.В. Никитин



## 1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС, утвержденным «17» января 2011 г., приказ № 71 по специальности 23.05.03 (190300.65) «Подвижной состав железных дорог», по дисциплине «Теория тяги поездов».

Целью изучения дисциплины «Теория тяги поездов» является обучение основам тяги поездов; навыкам самостоятельного анализа с использованием возможностей персональных компьютеров условий и показателей работы электроподвижного состава как неавтономного вида тяги различного назначения.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- изучение движения поезда как результата действия на него совокупности внешних сил;
- изучение методов решения уравнения движения поезда и построения кривых его движения;
- изучение методов расчета расхода электроэнергии на тягу поездов;
- изучение методов расчета нагрева тягового электрооборудования;
- изучение принципов регулирования частоты вращения коллекторных и бесколлекторных тяговых двигателей в режимах тяги и торможения;
- изучение видов тягово-эксплуатационных испытаний электроподвижного состава.

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

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 критерию оптимальности.

### **УМЕТЬ:**

- выполнять тяговые расчеты и выбирать рациональные режимы движения поезда.

### **ВЛАДЕТЬ:**

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих **профессиональных компетенций**:

- ПК-15 – владение основами устройства железных дорог, организации движения и перевозок; умение различать типы подвижного состава и его узлы, определение требований к конструкции подвижного состава; владение



правилами технической эксплуатации железных дорог, основными методами организации работы железнодорожного транспорта, его структурных подразделений, основами правового регулирования деятельности железных дорог; владение методами расчета организационно-технологической надежности производства, расчета продолжительности производственного цикла, методами оптимизации структуры управления производством, методами повышения эффективности организации производства, обеспечения безопасности и экологичности производственных процессов, применяемых на железнодорожном транспорте; ориентирование в технических характеристиках, конструктивных особенностях и правилах ремонта подвижного состава, способность оценивать его технический уровень;

– ПК-16 – понимание устройства и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава; владение техническими условиями и требованиями, предъявляемыми к подвижному составу при выпуске после ремонта; владение теорией движения поезда, методами реализации сил тяги и торможения, методами нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов; владение технологиями тяговых расчетов, методами обеспечения безопасности движения поездов при отказе тормозного и другого оборудования подвижного состава; владение методами расчета потребного количества тормозов, расчетной силы нажатия, длины тормозного пути; умением проводить испытания подвижного состава и его узлов, осуществлять разбор и анализ состояния безопасности движения;

– ПК-35 – способность осуществлять поиск и проверку новых технических решений по совершенствованию подвижного состава, анализировать поставленные исследовательские задачи в областях проектирования и ремонта подвижного состава на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации.

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

Дисциплина «Теория тяги поездов» (СЗ.Б.20) относится к базовой части профессионального цикла и является обязательной дисциплиной.

Для ее изучения требуется предварительное освоение следующих дисциплин:

- (С2.Б.2) Физика;
- (С2.Б.3) Теоретическая механика;
- (С2.Б.10) Электротехника и электроника;
- (СЗ.Б.11) Подвижной состав железных дорог;
- (С2.В.ДВ.2-1) Основы электроснабжения железных дорог;
- (СЗ.Б.7) Электрические машины;
- (СЗ.В.ОД.2) Электрооборудование высокоскоростного транспорта;
- (СЗ.Б.24) Системы автоматизированного управления движением высокоскоростного транспорта;
- (СЗ.Б.19) Основы механики подвижного состава.

Дисциплина «Теория тяги поездов» служит основой для изучения следующих дисциплин:

- (СЗ.Б.15) Производство и ремонт подвижного состава;
- (СЗ.Б.16) Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава;
- (СЗ.Б.17) Организация производства.

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

| Вид учебной работы                      | Всего часов | Семестр |
|-----------------------------------------|-------------|---------|
|                                         |             | VII     |
| Аудиторные занятия (всего)              | 118         | 118     |
| В том числе:                            |             |         |
| – лекции (Л)                            | 48          | 48      |
| – практические занятия (ПЗ)             | 32          | 32      |
| – лабораторные работы (ЛР)              | 32          | 32      |
| – контроль самостоятельной работы (КСР) | 6           | 6       |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего)    | 26          | 26      |
| Подготовка к экзамену                   | 72          | 72      |
| Форма контроля знаний                   | Э, КП       | Э, КП   |
| Общая трудоемкость: час / з.е.          | 216/6       | 216/6   |
| Количество часов в интерактивной форме  | 18          | 18      |

#### 5. Содержание и структура дисциплины

##### 5.1 Содержание дисциплины

| № п/п           | Наименование раздела дисциплины               | Содержание раздела                                                                                                                                                          |
|-----------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Модуль 1</b> |                                               |                                                                                                                                                                             |
| 1.              | Определение и содержание науки о тяге поездов | – определение и содержание науки о тяге поездов                                                                                                                             |
| 2.              | Уравнение движения поезда                     | – уравнение движения одиночного экипажа (одиночно следующего локомотива);<br>– уравнение движения поезда;<br>– методы интегрирования уравнения движения поезда.             |
| 3.              | Сопротивление движению поезда                 | – основное сопротивление движению;<br>– дополнительное сопротивление движению;<br>– добавочное сопротивление движению;<br>– мероприятия по снижению сопротивления движению. |
| <b>Модуль 2</b> |                                               |                                                                                                                                                                             |
| 4.              | Образование и реализация силы тяги            | – образование силы тяги при точечном контакте колеса и рельса;<br>– реализация силы тяги с учетом упругой деформации колеса и рельса;                                       |



|                 |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>– практическая оценка коэффициента сцепления;</li> <li>– факторы, влияющие на реализацию силы тяги;</li> <li>– мероприятия по повышению использования сцепной массы;</li> <li>– устройства обнаружения боксования.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Модуль 3</b> |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5.              | Образование и реализация тормозной силы                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– классификация систем торможения;</li> <li>– принцип возникновения тормозной силы при механическом колодочном торможении;</li> <li>– расчетный тормозной коэффициент;</li> <li>– общие требования к системам электрического торможения;</li> <li>– классификация электрического торможения;</li> <li>– реостатное торможение с самовозбуждением тяговых двигателей;</li> <li>– реостатное торможение с независимым возбуждением тяговых двигателей;</li> <li>– реверсивное торможение;</li> <li>– рекуперативное торможение.</li> </ul> |
| <b>Модуль 4</b> |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6.              | Энергетика движения поезда                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– задачи расчета расхода электроэнергии на движение поезда;</li> <li>– аналитический метод определения расхода электроэнергии;</li> <li>– статистические методы определения расхода электроэнергии;</li> <li>– оценка расхода электроэнергии на движение поезда по перегону;</li> <li>– факторы, влияющие на расход электроэнергии;</li> <li>– выбор энергооптимального режима движения поезда по перегону;</li> <li>– методы энергооптимизации скорости движения поезда.</li> </ul>                                                     |
| <b>Модуль 5</b> |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 7.              | Нагревание тягового электрооборудования                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– необходимость проверки тягового электрооборудования на нагревание;</li> <li>– аналитический расчет нагревания тягового электрооборудования;</li> <li>– построение кривой <math>\tau = f(t)</math> по сетке температурных кривых;</li> <li>– проверка мощности тягового электрооборудования методом среднеквадратичного тока;</li> <li>– расчет нагрева тягового электрооборудования при повторных рейсах;</li> <li>– определение тепловых характеристик тягового электрооборудования по номинальным данным.</li> </ul>                 |
| <b>Модуль 6</b> |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8.              | Тяговые и тормозные свойства электроподвижного состава с бес- | <ul style="list-style-type: none"> <li>– тяговые свойства асинхронного тягового двигателя;</li> <li>– тормозные свойства асинхронного тягового</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



|                 |                                                                       |                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | коллекторными тяговыми двигателями                                    | двигателя;<br>– тяговые свойства вентильного тягового двигателя;<br>– тормозные свойства вентильного тягового двигателя;<br>– электрическая устойчивость вентильного тягового двигателя. |
| <b>Модуль 7</b> |                                                                       |                                                                                                                                                                                          |
| 9.              | Выбор рациональных схем формирования поездов повышенной массы и длины | – особенности движения поездов повышенной массы и длины;<br>– выбор рациональных схем формирования грузовых поездов.                                                                     |
| 10.             | Тягово-эксплуатационные испытания ЭПС                                 | – назначение и классификация испытаний;<br>– методика определения коэффициента сцепления, коэффициента инерции вращающихся частей и сопротивления движению электроподвижного состава.    |

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                                                | Л | ПЗ | ЛР | СРС | Всего |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|-----|-------|
| 1     | 2                                                                                              | 3 | 4  | 5  | 6   | 7     |
| 1     | Определение и содержание науки о тяге поездов                                                  | 2 | –  | –  | 2   | 4     |
| 2     | Уравнение движения поезда                                                                      | 4 | 4  | –  | 2   | 10    |
| 3     | Сопротивление движению поезда                                                                  | 4 | 6  | 4  | 2   | 16    |
| 4     | Образование и реализация силы тяги                                                             | 8 | 6  | 6  | 2   | 22    |
| 5     | Образование и реализация тормозной силы                                                        | 8 | 6  | 6  | 2   | 22    |
| 6     | Энергетика движения поезда                                                                     | 6 | 6  | 6  | 4   | 22    |
| 7     | Нагревание тягового электрооборудования                                                        | 6 | 4  | 4  | 4   | 18    |
| 8     | Тяговые и тормозные свойства электроподвижного состава с бесколлекторными тяговыми двигателями | 6 | –  | 6  | 4   | 16    |
| 9     | Выбор рациональных схем формирования поездов повышенной массы и длины                          | 2 | –  | –  | 2   | 4     |
| 10    | Тягово-эксплуатационные испытания ЭПС                                                          | 2 | –  | –  | 2   | 4     |

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

| № п/п | Наименование раздела | Перечень учебно-методического обеспечения |
|-------|----------------------|-------------------------------------------|
|-------|----------------------|-------------------------------------------|

|    |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Определение и содержание науки о тяге поездов                                                  | Иващенко В.О. Теория электрической тяги. С.Пб, ПГУПС, 2013. 128 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2  | Уравнение движения поезда                                                                      | Иващенко В.О. Оценка расхода электроэнергии на движение поезда по перегону. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине "Теория электрической тяги". С.Пб, ПГУПС, 2012. 22 с.<br>Иващенко В.О., Изварин М.Ю. Энергооптимизация режима ведения грузового поезда. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине "Теория электрической тяги". С.Пб, ПГУПС, 2007. 26 с.<br>Павлов Л.Н., Иващенко В.О., Изварин М.Ю. Исследование влияния эксплуатационных факторов на расход электроэнергии в пригородном движении. Методические указания. С.Пб, ПГУПС, 2005. 23 с. |
| 3  | Соппротивление движению поезда                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4  | Образование и реализация силы тяги                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5  | Образование и реализация тормозной силы                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6  | Энергетика движения поезда                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 7  | Нагревание тягового электрооборудования                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 8  | Тяговые и тормозные свойства электроподвижного состава с бесколлекторными тяговыми двигателями |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9  | Выбор рациональных схем формирования поездов повышенной массы и длины                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 10 | Тягово-эксплуатационные испытания ЭПС                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория тяги поездов» является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры «Электрическая тяга» и утвержденным заведующим кафедрой.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Все обучающиеся имеют доступ к электронным учебно-методическим комплексам (ЭУМК) по изучаемой дисциплине согласно персональным логинам и паролям.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе (ЭБС) через сайт Научно-технической библиотеки Университета <http://library.pgups.ru/>, содержащей основные издания по изучаемой дисциплине.

ЭБС обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

8.1. Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1 Иващенко В.О. Теория электрической тяги. С.Пб, ПГУПС, 2013. 128 с.



8.2. Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. В.Е.Розенфельд, И.П.Исаев, Н.Н.Сидоров Теория электрической тяги М.: Транспорт, 2005. 436 с.

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

1. Доступ к материалам осуществляется по адресу (через Internet): <http://test.pgups.com:10038/wps/portal>.

2. Доступ к материалам осуществляется по адресу (через сеть Университета): <http://lwcl.pgups.edu.mps:10038/wps/portal>.

8.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

1. Иващенко В.О. Оценка расхода электроэнергии на движение поезда по перегону. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине "Теория электрической тяги". С.Пб, ПГУПС, 2012. 22 с.

2. Иващенко В.О., Изварин М.Ю. Энергооптимизация режима ведения грузового поезда. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине "Теория электрической тяги". С.Петербург, ПГУПС, 2007. 26 с.

3. Павлов Л.Н., Иващенко В.О., Изварин М.Ю. Исследование влияния эксплуатационных факторов на расход электроэнергии в пригородном движении. Методические указания. С.Петербург, ПГУПС, 2005. 23 с.

4. Павлов Л.Н., Иващенко В.О., Изварин М.Ю. Исследование влияния эксплуатационных факторов на расход электроэнергии в пригородном движении. Методические указания. С.Пб, ПГУПС, 2005. 23 с.

5. Иващенко В.О., Изварин М.Ю., Мазнев А.С. Электрическое торможение с тяговыми двигателями независимого и последовательного возбуждения.

## **9. 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 «Теория тяги поездов»:

– технические средства (компьютерная техника и средства связи, персональные компьютеры, мультимедийный проектор, интерактивная доска;

– методы обучения с использованием информационных технологий (компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов, компьютерный лабораторный практикум);

– перечень Интернет-сервисов и электронных ресурсов (компьютерная сеть университета).

Кафедра «Электрическая тяга» обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:



- Microsoft Windows 7;
- Microsoft Word 2010;
- Microsoft Excel 2010;
- Microsoft PowerPoint 2010;
- LabVIEW;
- Программа «Симуляторы тяговых расчетов».

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

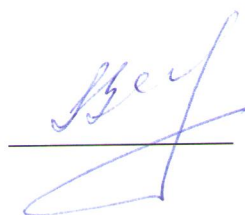
Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине «Теория тяги поездов» по специальности «Подвижной состав железных дорог» и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит помещения для проведения лекционных и практических занятий, укомплектованных специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения (настенным экраном, мультимедийным проектором и интерактивной доской).

Для освоения дисциплины используются следующие технические средства:

- помещения для проведения лекционных и практических занятий, укомплектованных специализированной учебной мебелью, настенным экраном;
- компьютерное и мультимедийное оборудование кафедры,
- компьютерные классы ауд. 4-410; ауд. 6-102;
- лаборатория "Электрическая тяга" имени профессора В.А.Шевалина.

Разработчик программы  
« 19 » 05 20 14 г.



Иващенко В.О.

## Приложение

### ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа по дисциплине «Теория тяги поездов» (СЗ.Б.20) актуализирована без изменений *на 2015/16 уч. год.*



## Приложение 1

### ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа по дисциплине «Теория тяги поездов» (СЗ.Б.20) актуализирована и продлена на 2016/2017 учебный год без изменений.

Разработчик программы



В.О. Иващенко

«30» \_\_\_\_\_ июня \_\_\_\_\_ 2016 г.