

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

Кафедра «Механика и прочность материалов и конструкций»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.О.21 «ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»

для специальности

23.05.04 «Эксплуатация железных дорог»

по специализациям

«Магистральный транспорт»

«Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта»

«Грузовая и коммерческая работа»

«Транспортный бизнес и логистика»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2023

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Прикладная механика» (Б1.О.21) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 27 марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 216.

Целью изучения дисциплины является формирование способностей применять законы механики в проектировании и расчетах транспортных объектов.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

– овладение теоретическими основами и практическими методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин, необходимыми в практической деятельности дипломированных специалистов;

– ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

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

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

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

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	
ОПК-4.1 Знает требования нормативных документов для выполнения проектирования и расчета транспортных объектов;	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none">– основные понятия и аксиомы статики;– условия равновесия произвольной системы сил в пространстве и на плоскости;– теоремы Пуансо и Вариньона, приведение силы к заданному центру; законы поступательного и вращательного движения;– уравнения статики и динамики материальной точки и твёрдого тела– теорему об изменении кинетической энергии материальной точки и механической системы.– понятие потенциального силового поля, силовую функцию, понятие потенциальной энергии;– понятие работы силы на конечном перемещении в потенциальном поле;– понятие силы инерции, понятие об аналитической механике, принцип кинестатики;– понятие о принципе возможных перемещений;– понятие о числе степеней свободы, об обобщенных координатах, обобщенных скоростях и обобщенных силах;

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
	<ul style="list-style-type: none"> – основные гипотезы и допущения, принятые в расчетах элементов конструкций на прочность; – закон Гука для упругой среды; – принципы освобожденности от связей, суперпозиции, Сен-Венана, Д'Аламбера, Лагранжа; – основные характеристики прочности и пластичности материалов, – понятие о классических теориях прочности; – метод плоских сечений для определения внутренних усилий в элементах конструкций; – основные экспериментальные методы механики деформируемого твердого тела.
<p>ОПК-4.2 Умеет выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами</p>	<p>Обучающийся <i>умеет</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> – составлять условия равновесия плоской и пространственной систем сил; – определять реакции связей – применять метод сечений при расчете на прочность элементов конструкций, работающих на растяжение-сжатие, сдвиг, изгиб, кручение, кривой изгиб, внецентренное растяжение-сжатие; – применять типовые методы анализа напряженного и деформированного состояния стержневых элементов конструкций при простейших видах нагружения, а также в расчетах на динамическое воздействие и устойчивость.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 4.1. Для очной формы обучения (все специализации)

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

Таблица 4.2. Для заочной формы обучения (все специализации)

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	16
– лекции (Л)	8
– практические занятия (ПЗ)	8
– лабораторные работы (ЛР)	–
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	88
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Зачет, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	108 / 3

Примечание: КР – контрольная работа

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Таблица 5.1. Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основы статики, кинематики и динамики твердого тела	<p><i>Лекция 1.</i> Твёрдое тело и его свойства. Силы, эквивалентные силы, аксиомы статики, системы сил, равнодействующая, проекции силы на ось.</p> <p><i>Лекция 2.</i> Виды связей, реакции связей. Принцип освобождаемости от связей. Уравнения статики, пары сил, моменты сил. Приведение системы сил к простейшему виду. Теоремы Вариньона и Пуансо. Центр тяжести тела</p> <p><i>Лекция 3.</i> Основные законы механики, принцип кинестатики. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела.</p> <p><i>Лекция 4.</i> Работа сил, импульс силы, теорема об изменении количества движения, виды энергии, теорема об изменении кинетической энергии</p> <p><i>Лекция 5.</i> Меры инертности тел. Геометрические характеристики плоских фигур</p> <p><i>Практическое занятие 1,2,3,4,5.</i> Приведение системы сил к простейшему виду. Уравнения равновесия. Определение опорных реакций. Определение усилий в простейших фермах. Определение центра тяжести и осевых моментов инерции плоской фигуры.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> виды записи уравнений равновесия; закон сохранения энергии.</p>	ОПК-4.1

2	Осевая деформация	<p><i>Лекция 6.</i> Основные гипотезы. Метод сечений. Осевое растяжение-сжатие стержней. Усилия. Закон Гука. Напряжения и деформации.</p> <p><i>Лекция 7.</i> Принцип Сен-Венана. Концентрация напряжений. Оценка прочности элементов.</p> <p><i>Практическое занятие 6.</i> Напряжения и перемещения в растянутых (сжатых) стержнях.</p> <p><i>Практическое занятие 7,8.</i> Подбор сечений, деформации и перемещения в статически определимых шарнирно-стержневых системах.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> методы испытания материалов на твердость. явление наклепа и его влияние на механические свойства металла</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
3	Механические испытания материалов	<p><i>Лекция 8.</i> Свойства хрупких и пластичных материалов. Диаграммы растяжения, сжатия, сдвига. Коэффициент Пуассона, модуль упругости.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> прочность конструктивных материалов: металлов, бетона, древесины, пластиков по диаграммам растяжения-сжатия.</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
4	Напряженное и деформированное состояние в точке	<p><i>Лекция 9.</i> Напряженно-деформированное состояние в точке тела. Гипотезы прочности.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> исследование объемного напряженного состояния в точке тела, запись обобщенного закона Гука.</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
5	Сдвиг. Кручение	<p><i>Лекция 10.</i> Чистый сдвиг. Расчет соединений, работающих на сдвиг. Кручение стержней.</p> <p><i>Практическое занятие 9.</i> Подбор сечения и определение деформаций вала. Расчет заклепочного и сварного соединения.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> понятие о кручении стержней прямоугольного сечения.</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
6	Плоский изгиб стержней	<p><i>Лекция 11.</i> Изгиб. Нормальные и касательные напряжения в поперечных сечениях стержня. Расчеты на прочность по нормальным, касательным и главным напряжениям.</p> <p><i>Лекция 12.</i> Перемещения при изгибе, дифференциальное уравнение оси изогнутого бруса, интеграл Максвелла-Мора.</p> <p><i>Практическое занятие 10,11,12.</i> Подбор сечения балок.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> понятие о балке равного сопротивления; рессора.</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
7	Сложное сопротивление	<p><i>Лекция 13.</i> Сложное сопротивление.</p> <p><i>Практическое занятие 13,14.</i> Внецентренное растяжение и сжатие стержней.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> понятие о ядре сечения.</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
8	Устойчивость сжатых стержней	<p><i>Лекция 14.</i> Устойчивость сжатых стержней. Статический и энергетический критерии устойчивости. Практический метод расчёта на устойчивость, продольно-поперечный изгиб.</p> <p><i>Практическое занятие 15.</i> Определение несущей способности сжатого стержня.</p>	ОПК-4.2

		<i>Самостоятельная работа:</i> рациональные формы сечения и материалы для сжатых стержней.	
9	Динамическое действие нагрузки	<i>Лекция 15.</i> Динамическое действие нагрузки. Расчёт быстровращающихся элементов на действие инерционных сил. Техническая теория расчёта на ударное воздействие при центральном растяжении-сжатии, изгибе, кручении. <i>Практическое занятие 16.</i> Примеры расчетов стержневых систем на динамическое действие нагрузок. <i>Самостоятельная работа:</i> прочность материала при динамической нагрузке – ударная вязкость.	ОПК-4.1 ОПК-4.2
10	Циклическое действие нагрузки. Понятие о реологических свойствах материалов. Экспериментальные методы механики.	<i>Лекция 16.</i> Прочность при циклических напряжениях. <i>Самостоятельная работа:</i> меры повышения выносливости элементов, работающих при циклически меняющихся нагрузках.	ОПК-4.1 ОПК-4.2

Таблица 5.2. Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основы статики, кинематики и динамики твердого тела	<i>Лекция 1.</i> Силы. Реакции связей. Уравнения равновесия. Уравнения механики. Основные законы механики, принцип кинестатики. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела. <i>Практическое занятие 1.</i> Определение реакций в связях и усилий в простейших фермах. Приведение системы сил к простейшему виду. Уравнения равновесия. Определение опорных реакций. Определение усилий в простейших фермах. Определение центра тяжести и осевых моментов инерции плоской фигуры. <i>Самостоятельная работа:</i> виды записи уравнений равновесия; закон сохранения энергии. <i>Самостоятельная работа:</i> Статическое взаимодействие элементов конструкций. Геометрические характеристики плоских фигур. Деформируемое твердое тело и его свойства. Основные гипотезы.	ОПК-4.1
2	Осевая деформация	<i>Лекция 2.</i> Основные гипотезы. Метод сечений. Осевое растяжение-сжатие стержней. Усилия. Закон Гука. Напряжения и деформации. Принцип Сен-Венана. Концентрация напряжений. Оценка прочности элементов.	ОПК-4.1 ОПК-4.2

		<p><i>Практическое занятие 2.</i> Напряжения и перемещения в растянутых (сжатых) стержнях. Подбор сечений, деформации и перемещения в статически определимых шарнирно-стержневых системах.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> методы испытания материалов на твердость, явление наклепа и его влияние на механические свойства металла</p>	
3	Механические испытания материалов	<p><i>Самостоятельная работа:</i> Свойства хрупких и пластичных материалов. Диаграммы растяжения, сжатия, сдвига. Коэффициент Пуассона, модуль упругости. прочность конструкционных материалов: металлов, бетона, древесины, пластиков по диаграммам растяжения-сжатия.</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
4	Напряженное и деформированное состояние в точке	<p><i>Самостоятельная работа:</i> Напряженно-деформированное состояние в точке тела. Одноосное, плоское и объёмное напряжённые состояния. Понятие о гипотезах прочности.</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
5	Сдвиг. Кручение	<p><i>Лекция 3.</i> Чистый сдвиг. Расчет соединений, работающих на сдвиг. Кручение стержней.</p> <p><i>Практическое занятие 3.</i> Расчёт сварного, заклёпочного, болтового соединения. Подбор сечения и определение деформаций вала.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> понятие о кручении стержней прямоугольного сечения.</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
6	Плоский изгиб стержней	<p><i>Лекция 3</i> Изгиб. Нормальные и касательные напряжения в поперечных сечениях стержня.</p> <p><i>Практическое занятие 4.</i> Подбор сечения балок.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> Определение перемещений в балке методом Максвелла-Мора, понятие о балке равного сопротивления; рессора.</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
7	Сложное сопротивление	<p><i>Лекция 4.</i> Сложное сопротивление.</p> <p><i>Практическое занятие 4.</i> Внецентренное растяжение и сжатие стержней.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> понятие о ядре сечения.</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
8	Устойчивость сжатых стержней	<p><i>Лекция 4.</i> Устойчивость сжатых стержней.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> рациональные формы сечения и материалы для сжатых стержней.</p>	ОПК-4.2
9	Динамическое действие нагрузки	<p><i>Самостоятельная работа:</i> прочность материала при динамической нагрузке – ударная вязкость.</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2
10	Циклическое действие нагрузки. Реологические свойства материалов. Экспериментальные методы механики	<p><i>Самостоятельная работа:</i> Прочность при циклических напряжениях. Меры повышения выносливости элементов, работающих при циклически меняющихся нагрузках.</p>	ОПК-4.1 ОПК-4.2

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 5.3. Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6
1	Основы статики, кинематики и динамики твердого тела	10	10	8	28
2	Осевая деформация	4	6	4	14
3	Механические испытания материалов	2	—	2	4
4	Напряженное и деформированное состояние в точке	2	—	2	4
5	Сдвиг. Кручение	2	2	4	8
6	Плоский изгиб стержней	4	6	8	18
7	Сложное сопротивление	2	4	4	10
8	Устойчивость сжатых стержней	2	2	4	8
9	Динамическое действие нагрузки	2	2	2	6
10	Циклическое действие нагрузки. Реологические свойства материалов. Экспериментальные методы механики	2	—	2	4
Итого		32	32	40	104
Контроль					4
Всего (общая трудоемкость, час.)					108

Таблица 5.4. Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6
1	Основы статики, кинематики и динамики твердого тела	2	2	2	6
2	Осевая деформация	2	2	10	14
3	Механические испытания материалов	—	—	2	2
4	Напряженное и деформированное состояние в точке	—	—	6	6
5	Сдвиг. Кручение	1	2	13	16
6	Плоский изгиб стержней	1	1	20	22
7	Сложное сопротивление	1	1	13	15
8	Устойчивость сжатых стержней	1	—	13	14
9	Динамическое действие нагрузки	—	—	3	3
10	Циклическое действие нагрузки. Реологические свойства материалов. Экспериментальные методы механики	—	—	3	3
10		—	—	3	3
Итого		8	8	88	104
Контроль					4
Всего (общая трудоемкость, час.)					108

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 и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

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

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата/ специалитета/ магистратуры, 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.

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

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

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

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 ин-

тернет-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 (Open Science), 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 и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Индейкин А.В. и др. Теоретическая механика. Часть 1, Часть 2. Статика, Кинематика. Учебное пособие. СПб.; ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015.-84 с.: ил.
2. Индейкин А.В. и др. Теоретическая механика. Часть 3. Динамика. Учебное пособие. СПб.; ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2016.-156 с.: ил.
3. Доронин Ф.А., Ткаченко А.С. Тестовые задачи по теоретической механике (раздел «Динамика»); Методические указания. СПб, ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2014. – 36 с.
4. Степин П.А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебник. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2014. – 320с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=3179 — Загл. с экрана.
5. Прикладная механика [Текст]: учебное пособие / С. А. Видюшенков и др. – СПб.: ПГУПС, 2021. – 157 с.
6. Сопротивление материалов [Текст]. Ч.1: Варианты заданий: учебное пособие / Кухарева А. С., Невзоров Н. И., Трощенко Э. Д. СПб.: ПГУПС, 2012. – 47 с.
7. Сопротивление материалов [Текст]. Ч.2: Примеры решения задач: учебное пособие / Кухарева А. С., Невзоров Н. И., Трощенко Э. Д. СПб.: ПГУПС, 2013. – 44 с.
8. Сопротивление материалов [Текст]. Ч.3: Примеры решения задач: учебное пособие / Кухарева А. С., Невзоров Н. И., Трощенко Э. Д. СПб.: ПГУПС, 2014. – 50 с.
9. Сборник задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Беляев [и др.] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2017. – 432 с. – Режим доступа :<http://e.lanbook.com/book/91908> – Загл. с экрана.

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

1. Электронная библиотека онлайн «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;
3. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

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

Разработчик программы, профессор
11 апреля 2023 г.

Г.Н. Ширунов