Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Технология металлов»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ» (Б1.В.ОД.6)

для направления

23.04.02 «НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ»

По магистерской программе: «РЕМОНТ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург

2018



**1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС, утвержденным «06» марта 2015 г., приказ № 159 по направлению 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» по дисциплине «Математическое моделирование систем автомобилей».

Целью дисциплины «Математическое моделирование систем автомобилей» является усвоение обучающимися знаний об математических моделях, использующихся в задачах расчета прочности и динамики автомобилей.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

* изучить общие подходы к расчету прочности и динамических качеств автомобилей с использованием современных средств вычислительной техники,
* изучить теоретические основы использующихся математических моделей,
* ознакомиться с существующими пакетами прикладных программ использующихся для изучения динамики и прочности автомобиля,
* овладеть навыками грамотного применения вычислительной техники в задачах расчета динамики и прочности автомобиля.

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

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ:**

* общие подходы к расчету прочности и динамических качеств автомобилей с использованием современных средств вычислительной техники;
* теоретические основы математического моделирования;
* пакеты прикладных программ, которые могут использоваться в задачах расчета прочности и динамических качеств автомобильной техники.

**УМЕТЬ**:

−разрабатывать математические модели для изучения прочности, устойчивости и анализа динамических качеств автомобильной техники;

−анализировать разработанные математические модели с использованием современной вычислительной техники;

- производить оценку точности результатов численного моделирования.

**ВЛАДЕТЬ:**

* методами экспертизы прочностных и динамических характеристик конструкций автотранспортных средств;
* инженерными и исследовательскими методами расчета конструкций автотранспортных средств;
* методами применения средств вычислительной техники для проведения инженерных расчетов и научных исследований.

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).

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общекультурных компетенций (ОК):**

* способностью к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию (ОК-1);
* способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения (ОК-2);
* способностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
* способностью свободно пользоваться государственным языком Российской Федерации и иностранным языком, как средствами делового общения (ОК-4);
* способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-5);
* способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ОК-6).

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общепрофессиональных компетенций (ОПК):**

* способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1);
* способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2);
* способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач, в том числе при решении нестандартных задач, требующих глубокого анализа их сущности с естественнонаучных позиций (ОПК-4);
* готовностью к постоянному совершенствованию профессиональной деятельности, принимаемых решений и разработок в направлении повышения безопасности (ОПК-5);
* способностью работать с компьютером, как средством управления информацией, в том числе в режиме удаленного доступа, способностью работать с программными средствами общего и специального назначения (ОПК-7);
* способностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-8).

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций (ПК):**

* способностью анализировать состояние и динамику развития наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и комплексов на их базе (ПК-1);
* способностью осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе (ПК-2);
* способностью формулировать цели проекта, критерии и способы достижения целей, определять структуры их взаимосвязей, выявлять приоритеты решения задач при производстве и модернизации наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и комплексов на их базе (ПК-3);
* способностью разрабатывать варианты решения проблемы производства наземных транспортно-технологических машин, анализировать эти варианты, прогнозировать последствия, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности (ПК-4);
* способностью создавать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических машин (ПК-5);
* способностью разрабатывать, с использованием информационных технологий, проектную документацию для производства новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования (ПК-6);
* способностью разрабатывать технические условия на проектирование и составлять технические описания наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования (ПК-7);
* способностью выбирать критерии оценки и сравнения проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности и конкурентоспособности (ПК-8);
* способностью участвовать в разработке технической документации для изготовления наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования (ПК-9);
* способностью составлять планы, программы, графики работ, сметы, заказы, заявки, инструкции и другую техническую документацию (ПК-15).

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 образовательной программы**

Дисциплина «Математическое моделирование систем автомобилей» (Б1.В.ОД.6) относится к вариативной части блока «Б1» ООП и является обязательной дисциплиной.

**4 Объём дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| **II** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:  - лекции  - практические занятия  - лабораторные работы | 36  36 | 36  36 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 36 | 36 |
| Контроль | 36 | 36 |
| Форма контроля знаний | Э | Э |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 108 / 3 | 108 / 3 |

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

Для заочной формы обучения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Курс** |
| **I** |

| **1** | **2** | **3** |
| --- | --- | --- |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:  - лекции (Л)  - практические занятия (ПЗ)  - лабораторные работы (ЛР) | 14  -  -  14 | 14  -  -  14 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 85 | 85 |
| Контроль | 9 | 9 |
| Форма контроля знаний | Экзамен | Экзамен |
| Общая трудоёмкость: час/з.е. | 108/3 | 108/3 |

**5 Содержание и структура дисциплины**

**5.1 Содержание разделов дисциплины**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |

| **1** | **2** | **3** | |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Основные понятия математического моделирования. | | Понятие о том, что такое модель. Виды моделей и их свойства. Понятие о математических моделях. Виды математических моделей. Средства изучения математических моделей. |
| 2 | Математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций | | Понятие о напряжениях. Теория напряжённого состояния в точки тела. Основные уравнения теории упругости. Уравнения Ламе. Понятие о плоском напряженном состоянии и плоской деформации. |
| 3 | Прикладные математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций | | Понятия о тонких и толстых пластинах. Теория пластин и оболочек. Классическая теория стержней. Теория тонкого стержня. Кривые стержни. Расчет конструкций с использованием оболочек и стержней. Стержни переменного сечения. |
| 4 | Математические методы решения задач прочности автомобильных конструкций. | | Общие понятия о численных методах решения задач математической физики. Метод Ритца. Метод взвешенных невязок. Метод Бубнова - Галеркина. Метод конечных разностей. |
| 5 | Метод конечных элементов. | | Потенциальная энергия, накапливаемая в упругом теле под нагрузкой. Вариационная формулировка задачи прочности. Основное уравнение метода конечных элементов (МКЭ) при статическом анализе. Пакеты прикладных программ, реализующие метод конечных элементов. Расчеты конструкций с использованием МКЭ. |
| 6 | Расчет устойчивости сжатых элементов конструкций. | | Понятие об устойчивости, формула Эйлера. Общий случай критической нагрузки. Влияние начального прогиба и внецентренного приложения нагрузки на выпучивания стержня. Динамический анализ устойчивости. Оценка устойчивости методом конечных элементов. |
| 7 | Расчет частот и форм собственных колебаний конструкций. | | Основные понятия о колебаниях упругих систем. Свободные и вынужденные колебания. Расчет частот и форм колебания систем без демпфирования. Виды демпфирования (сухое и вязкое трение). Расчет частот и форм колебаний с учетом демпфирования. |
| 8 | Применение методов спектрального и корреляционного анализа для решения задач вынужденных колебаний автотранспортных средств. | | Линеаризация механический систем. Понятие о случайных процессах и функциях. Характеристики случайных процессов. Каноническое разложение случайного процесса. Спектр плотности мощности. Анализ случайных колебаний с использованием спектра плотности мощности в пакете прикладных программ «Ansys» |
| 9 | Математическое моделирование нелинейных механических систем. | | Геометрические нелинейности. Решение задачи «больших перемещений». Физические нелинейности. Различные теории, описывающие нелинейное поведение материала под нагрузкой. Методы решения нелинейных задач. |

**5.2 Разделы дисциплины и виды занятий**

Для очной формы обучения

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование разделов дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |

| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Основные понятия математического моделирования. |  |  | 2 | 2 |
| 2 | Математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций |  |  | 2 | 2 |
| 3 | Прикладные математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций |  |  | 2 | 2 |
| 4 | Математические методы решения задач прочности автомобильных конструкций. |  |  | 2 | 2 |
| 5 | Метод конечных элементов. |  |  | 2 | 2 |
| 6 | Расчет устойчивости сжатых элементов конструкций. |  |  | 2 | 2 |
| 7 | Расчет частот и форм собственных колебаний конструкций. |  |  | 2 | 2 |
| 8 | Применение методов спектрального и корреляционного анализа для решения задач вынужденных колебаний автотранспортных средств. |  |  | 2 | 2 |
| 9 | Математическое моделирование нелинейных механических систем. |  |  | 2 | 2 |
| Итого | |  |  | 36 | 36 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование разделов дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |

| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Основные понятия математического моделирования. |  |  | - | 10 |
| 2 | Математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций |  |  | 2 | 10 |
| 3 | Прикладные математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций |  |  | - | 10 |
| 4 | Математические методы решения задач прочности автомобильных конструкций. |  |  | 2 | 9 |
| 5 | Метод конечных элементов. |  |  | 2 | 9 |
| 6 | Расчет устойчивости сжатых элементов конструкций. |  |  | 2 | 9 |
| 7 | Расчет частот и форм собственных колебаний конструкций. |  |  | 2 | 9 |
| 8 | Применение методов спектрального и корреляционного анализа для решения задач вынужденных колебаний автотранспортных средств. |  |  | 2 | 9 |
| 9 | Математическое моделирование нелинейных механических систем. |  |  | 2 | 10 |
| Итого | |  |  | 14 | 85 |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела**  **дисциплины** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Основные понятия математического моделирования. | 1.Светлицкий В.А. Статистическая механика и теория надежности. М.:-Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2012-504 с.  2.А. В.Ханефт Основы теории упругости  ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», 2013 – 99 с.  3.Вентцель Е.С. Теория вероятностей, М.: 2002, 564 с. |
| 2 | Математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций |
| 3 | Прикладные математические модели для изучения прочности автомобильных конструкций |
| 4 | Математические методы решения задач прочности автомобильных конструкций. |
| 5 | Метод конечных элементов. |
| 6 | Расчет устойчивости сжатых элементов конструкций. |
| 7 | Расчет частот и форм собственных колебаний конструкций. |
| 8 | Применение методов спектрального и корреляционного анализа для решения задач вынужденных колебаний автотранспортных средств. |
| 9 | Математическое моделирование нелинейных механических систем. |

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование систем автомобилей» является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры «Технология металлов» и утвержденным заведующим кафедрой.

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

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

1.Светлицкий В.А. Статистическая механика и теория надежности. М.:-Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2012-504 с.

2. А. В.Ханефт Основы теории упругости ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», 2013 – 99 с.

3.Вентцель Е.С. Теория вероятностей, М.: 2002, 564 с.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

1. Трушин С.И. Метод конечных элементов. Теория и задачи: Учебное пособие. Издательство АСВ, – М.:, 2008. – 256 с.
2. Огородникова О.М. Расчет конструкций в ANSYS. Сборник учебных пособий. – Техноцентр компьютерного инжиниринга, 2009. – 452 с.
3. Филин А.П.Прикладная механика твердого деформируемого тела, т I, Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1975. – 832 с..
4. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов, Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1974. – 560 с.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров.- СПб.: Издательство «Лань», 2003-832 с.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

При освоении данной дисциплины нормативно-правовая документация не используется.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

При освоении данной дисциплины другие издания не используются.

**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. 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.
3. ЭБС обеспечивает возможность индивидуального доступа, для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.
4. Сайт, посвящённый вопросам расчета на прочность http://www.soprotmat.ru/lectuprugost1.htm, вход свободный
5. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://e.lanbook.com (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация)
6. Электронная библиотека ЮРАЙТ. Режим доступа: https://biblioline.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
7. Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айсбукс»). Режим доступа: https://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация)
8. Электронная библиотека «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Режим доступа: http://window.edu.ru - свободный

**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**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

* технические средства (персональные компьютеры, интерактивная доска);
* методы обучения с использованием информационных технологий(компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийныхматериалов).

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы в соответствии с расписанием занятий.

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

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по данному направлению подготовки и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит:

* помещения для проведения лабораторных работ (ауд. 16-100), укомплектованных специальной учебно-лабораторной мебелью, лабораторным оборудованием, лабораторными стендами, специализированными измерительными средствами в соответствии с перечнем лабораторных работ, соответствующие действующим противопожарным правилам и нормам.
* помещения для проведения групповых и индивидуальных консультаций (ауд. 16-100), соответствующие действующим противопожарным правилам и нормам.
* помещения для проведения текущего контроля (ауд. 16-100) и промежуточной аттестации (ауд. 16-100), соответствующие действующим противопожарным правилам и нормам.
* помещения для самостоятельной работы (ауд. 16-100), соответствующие действующим противопожарным правилам и нормам.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разработчик ФОС, доцент |  | А.А. Воробьевв |

«24» апреля 2018 г.