

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т.Ф.ГОРБАЧЕВА»  
Филиал КузГТУ в г. Белово



УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала  
КузГТУ в г. Белово  
И.К. Костинцев

**Рабочая программа дисциплины**

**Расчет и моделирование горных машин и оборудования**

Специальность 21.05.04 «Горное дело»  
Специализация 09 «Горные машины и оборудование»

Присваиваемая квалификация  
«Горный инженер (специалист)»

Форма обучения  
очно-заочная

год набора 2022

Белово 2023

Рабочую программу составил: к.т.н., доцент Ещеркин П.В.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Горного дела и техносферной безопасности»

Протокол № 10 от «13» мая 2023 г.

Заведующий кафедрой: Белов В.Ф.

Согласовано учебно-методической комиссией по специальности 21.05.04 «Горное дело»

Протокол № 7 от «16» мая 2023 г.

Председатель комиссии: Аксененко В.В.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине "Расчет и моделирование горных машин и оборудования", соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Освоение дисциплины направлено на формирование:  
профессиональных компетенций:

ПК-6 - Владеет навыками проектирования, конструирования и модернизации горных машин и оборудования.

**Результаты обучения по дисциплине определяются индикаторами достижения компетенций**

**Индикатор(ы) достижения:**

Проектирует, конструирует и модернизирует горные машины и оборудование.

**Результаты обучения по дисциплине:**

Знать:

- основные принципы построения 3D моделей для задач проектирования и эксплуатации машин, основы метода конечных элементов.

Уметь:

- работать с программными продуктами специального назначения для проведения прочностных и модальных анализов конструкций горных машин; строить твёрдотельные модели для описания различных конструкций, осуществлять различные виды их анализа и представлять полученные результаты в удобном для анализа виде.

Владеть:

- современными вычислительными программами для проведения различных видов конечно-элементного анализа и представления результатов; основными приемами для повышения прочности и изменения частот собственных колебаний конструкций.

**2. Место дисциплины "Расчет и моделирование горных машин и оборудования" в структуре ОПОП специалитета**

Для освоения дисциплины необходимы знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности, полученные в рамках изучения следующих дисциплин: «Инженерная графика», «Компьютерная графика», «Конструирование горных машин и оборудования», «Материаловедение», «Сопротивление материалов».

Дисциплина входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП. Цель дисциплины - получение обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, необходимых для формирования компетенций, указанных в пункте 1.

**3. Объем дисциплины "Расчет и моделирование горных машин и оборудования" в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины "Расчет и моделирование горных машин и оборудования" составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<b>Курс 6/Семестр 11</b>			
Всего часов			180
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):</b>			
Аудиторная работа			
<i>Лекции</i>			6

Лабораторные занятия			
Практические занятия			12
	Внеаудиторная работа		
Индивидуальная работа с преподавателем:			
Курсовая работа			2
Консультация и иные виды учебной деятельности			
<b>Самостоятельная работа</b>			160
<b>Форма промежуточной аттестации</b>			зачет

#### 4. Содержание дисциплины "Расчет и моделирование горных машин и оборудования", структурированное по разделам (темам)

##### 4.1. Лекционные занятия

Раздел дисциплины, темы лекций и их содержание	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Введение в методы конечных элементов. Основная идея. Терминология. Общие вопросы теории деформируемого твердого тела. Теоретические предпосылки.			1
Модели поведения материалов. Области применения. Использование различными программами.			-
Современное программное обеспечение в области конечно-элементного решения задач. Возможности. Круг решаемых задач.			-
Построение 3D деталей и сборочных единиц.			-
Задание граничных условий. Разбиение моделей на конечные элементы. Задание типов сопряжений между контактирующими поверхностями.			2
Особенности проведения прочностного анализа.			2
Особенности проведения модального анализа.			1
Представление результатов расчётов. Составление отчетов.			-
<b>Итого</b>			<b>6</b>

##### 4.2. Практические (семинарские) занятия

Тема занятия	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Введение в методы конечных элементов. Основная идея. Терминология. Общие вопросы теории деформируемого твердого тела. Теоретические предпосылки.			-
Модели поведения материалов. Области применения. Использование различными программами.			-
Построение 3D деталей и сборочных единиц.			4
Задание граничных условий. Разбиение моделей на конечные элементы. Задание типов сопряжений между контактирующими поверхностями.			2
Особенности проведения прочностного анализа. Представление результатов расчета.			4
Особенности проведения модального анализа. Представление результатов расчета.			2
<b>Итого</b>			<b>12</b>

### 4.3. Самостоятельная работа обучающегося и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Вид СРС	Трудоёмкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Введение в методы конечных элементов. Основная идея. Терминология. Общие вопросы теории деформируемого твердого тела. Теоретические предпосылки.			14
Модели поведения материалов. Области применения. Использование различными программами.			20
Построение 3D деталей и сборочных единиц.			28
Задание граничных условий. Разбиение моделей на конечные элементы. Задание типов сопряжений между контактирующими поверхностями.			38
Особенности проведения прочностного анализа. Представление результатов расчета.			40
Особенности проведения модального анализа. Представление результатов расчета.			20
<b>Итого</b>			<b>160</b>

### 4.4. Курсовое проектирование

В курсовой работе по индивидуальному заданию студент вычерчивает 3-D модель сборочной единицы, выполняет сборочный чертеж и рабочие чертежи деталей, производит статический прочностной и модальный анализы при заданных граничных условиях, формирует отчет по проведенным анализам.

## 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Расчет и моделирование горных машин и оборудования"

### 5.1. Паспорт фонда оценочных средств

Форма текущего контроля знаний, умений, навыков, необходимых для формирования соответствующей компетенции	Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине(модуля)	Уровень
Опрос по контрольным вопросам; проверка отчетов по лабораторным работам; компьютерное тестирование.	ПК-6	Проектирует, конструирует и модернизирует горные машины и оборудование.	Знать: - основные принципы построения 3D моделей для задач проектирования и эксплуатации машин, основы метода конечных элементов. Уметь: - работать с программными продуктами специального назначения для проведения прочностных и модальных анализов конструкций горных машин; строить	Высокий или средний

			<p>твёрдотельные модели для описания различных конструкций, осуществлять различные виды их анализа и представлять полученные результаты в удобном для анализа виде.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными вычислительными программами для проведения различных видов конечно-элементного анализа и представления результатов; основными приемами для повышения прочности и изменения частот собственных колебаний конструкций.</li> </ul>	
<p><b>Высокий уровень достижения компетенции</b> - компетенция сформирована, рекомендованные оценки: отлично, хорошо, зачтено.</p> <p><b>Средний уровень достижения компетенции</b> - компетенция сформирована, рекомендованные оценки: хорошо, удовлетворительно, зачтено.</p> <p><b>Низкий уровень достижения компетенции</b> - компетенция не сформирована, оценивается неудовлетворительно или не зачтено.</p>				

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся могут проводиться как при непосредственном взаимодействии педагогического работника с обучающимися, так и с использованием ресурсов ЭИОС филиала КузГТУ, в том числе синхронного и (или) асинхронного взаимодействия посредством сети «Интернет».

### 5.2.1. Оценочные средства при текущем контроле

1. Основная идея использования метода конечных элементов (МКЭ). Понятие конечного элемента, узла.
2. Основные типы конечных элементов (КЭ).
3. Преимущества и недостатки криволинейных КЭ.
4. Этапы программной реализации МКЭ.
5. Назначение сгущения сетки КЭ.
6. Способы задания размеров сетки КЭ.
7. Виды анализов, проводимых с помощью МКЭ.
8. Назначение статического анализа.
9. Назначение динамического анализа.
10. Назначение кинематического анализа.
11. Назначение расчётов на устойчивость.
12. Назначение модального анализа.
13. Назначение гармонического анализа.
14. Назначение термического анализа.
15. Решение смешанных задач.
16. Модель поведения материала.
17. Диаграмма растяжения металлов.
18. Модуль упругости (модуль Юнга).
19. Коэффициент Пуассона. Физический смысл.
20. Модуль сдвига.
21. Тензоры напряжений и деформаций.

22. Эквивалентные напряжения. Эквивалентные деформации. Изотропные материалы. Задание свойств.
23. Ортоотропные материалы. Задание свойств.
24. Анизотропные материалы. Задание свойств.
25. Модель плоского напряжённого состояния.
26. Модель плоского деформированного состояния.
27. Упругая линейная модель (закон Гука).
28. Нелинейная упругость.
29. Мультилинейная упругость.
30. Пластичность материала.
31. Билинейная модель. Диаграмма Прандтля.
32. Многолинейное упрочнение.
33. Эффект Баушингера.
34. Гиперупругие материалы.
35. Модель Муни-Ривлина.
36. Модель Блатц-Ко.
37. Модель Друкера-Прагера.
38. Основные способы построения плоских тел (эскизов).
39. Построение объёмных тел.
40. Сложение и вычитание тел.
41. Задание сварочных швов.
42. Виды сопряжения деталей (поверхностей).
43. Виды закрепления.
44. Виды внешних нагрузок.
45. Проведение статического анализа.
46. Составление отчёта о проведённых исследованиях.
47. Назначение модального анализа.
48. Понятие частоты собственных колебаний.
49. Понятие моды.
50. Понятие формы колебаний.
51. Условие возникновения резонанса.
52. Влияние на частоты собственных колебаний массы тела и жёсткостей.
53. Проведение модального анализа.
54. Составление отчёта по модальному анализу.

### **5.2.2. Оценочные средства при промежуточной аттестации**

1. Общие понятия и назначение метода конечных элементов (МКЭ).
2. Сетка конечных элементов. Виды элементов. Способы разбиения и задания размеров.
3. Виды проводимых анализов с помощью МКЭ и их назначение.
4. Задание граничных условий. Формирование внешних нагрузок, закреплений, сопряжений, начальных деформаций.
5. Понятие тензоров напряжений и деформаций.
6. Типы моделей поведения материалов. Модели плоского напряжённого и плоского деформированного состояния.
7. Пластичность материала. Диаграмма растяжения металлов.
8. Модели представления нелинейных свойств материалов.
9. Эффект Баушингера при различных моделях материала.
10. Построение 3D деталей в Autodesk Inventor.
11. Составление сборок в Autodesk Inventor.
12. Формирование рабочих и сборочных чертежей в Autodesk Inventor.
13. Статический анализ прочности с помощью МКЭ.
14. Модальный анализ. Назначение. Общие понятия. Факторы, оказывающие влияние на формирование частот собственных колебаний.
15. Составление отчётов по результатам статического и модального анализов в Autodesk Inventor.

### **5.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

Основой оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций являются результаты текущей аттестации и промежуточной аттестации.

При проведении текущей аттестации на практических занятиях производится контрольный опрос обучающихся по вопросам моделирования, регрессионного анализа в соответствии с пройденным материалом. Преподаватель оценивает по шкале (зачтено/не зачтено) результаты ответов. В процессе промежуточной аттестации преподаватель оценивает уровень формирования компетенций по результатам ответов либо по шкале зачета (зачтено/не зачтено).

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации обучающимся будет задано два вопроса, на которые они должны дать ответы. Критерии оценивания:

-100 баллов - при правильном и полном ответе на два вопроса;

- 75...99 баллов - при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;

- 50...74 баллов - при правильном и неполном ответе на два вопроса или правильном и полном ответе только на один из вопросов;

- 25...49 баллов - при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;

- 0...24 баллов - при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Шкала оценивания:

Количество баллов менее 65 - Не зачтено

Количество баллов более или равно 65 - Зачтено

При проведении аттестаций обучающиеся убирают все личные вещи с учебной мебели, достают листы чистой бумаги и ручку. На листах бумаги записываются Фамилия, Имя, Отчество, номер группы и дата проведения опроса. Далее преподаватель задает вопросы за 10-20 минут до конца занятия или предлагает взять билеты на зачете.

## **6. Учебно-методическое обеспечение**

### **6.1. Основная литература**

1. Компьютерная графика в САПР / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Тряель, О. А. Коршакова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-507-44106-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/235676>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Жарков, Н.В. AutoCAD 2015. Книга + DVD с библиотеками, шрифтами по ГОСТ, модулем СПДС от Autodesk, форматками, дополнениями и видео уроками. – СПб.: Наука и Техника, 2015. – 624 с. – Текст: непосредственный.

### **6.2. Дополнительная литература**

1. Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1573-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211466>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Каменев, С. В. Моделирование многотельных механических систем в "Autodesk Inventor" : учебное пособие / С. В. Каменев. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 125 с. — ISBN 978-5-7410-2000-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159768>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **6.3. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Электронная библиотека КузГТУ <https://elib.kuzstu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>
3. Электронная библиотечная система Новосибирского государственного технического университета [https://library.kuzstu.ru/method/ngtu\\_metho.html](https://library.kuzstu.ru/method/ngtu_metho.html)



4. Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru/>
5. Информационно-справочная система «Технорматив»: <https://www.technormativ.ru/>

#### **6.4. Периодические издания**

1. Вестник Кузбасского государственного технического университета: научно-технический журнал (электронный) <https://vestnik.kuzstu.ru/>
2. Горное оборудование и электромеханика: научно-практический журнал (электронный) <https://gormash.kuzstu.ru/>

#### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Официальный сайт Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева. Режим доступа: <https://kuzstu.ru/>.
2. Официальный сайт филиала КузГТУ в г. Белово. Режим доступа: <http://belovokyzgty.ru/>.
3. Электронная информационно-образовательная среда филиала КузГТУ в г. Белово. Режим доступа: <http://eos.belovokyzgty.ru/>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

#### **8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины "Расчет и моделирование горных машин и оборудования"**

Самостоятельная работа обучающегося является частью его учебной деятельности, объемы самостоятельной работы по каждой дисциплине (модулю) практике, государственной итоговой аттестации, устанавливаются в учебном плане.

Самостоятельная работа по дисциплине (модулю), практике организуется следующим образом:

1. До начала освоения дисциплины обучающемуся необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (модуля), программы практики в следующем порядке:

1.1 содержание знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, которые будут сформированы в процессе освоения дисциплины (модуля), практики;

1.2 содержание конспектов лекций, размещенных в электронной информационной среде филиала КузГТУ в порядке освоения дисциплины, указанном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;

1.3 содержание основной и дополнительной литературы.

2. В период освоения дисциплины обучающийся осуществляет самостоятельную работу в следующем порядке:

2.1 выполнение практических и (или) лабораторных работы и (или) отчетов в порядке, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;

2.2 подготовка к опросам и (или) тестированию в соответствии с порядком, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;

2.3 подготовка к промежуточной аттестации в соответствии с порядком, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики.

В случае затруднений, возникших при выполнении самостоятельной работы, обучающемуся необходимо обратиться за консультацией к педагогическому работнику. Периоды проведения консультаций устанавливаются в расписании консультаций.

#### **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине "Расчет и моделирование горных машин и оборудования", включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для изучения дисциплины может использоваться следующее программное обеспечение:

1. Autodesk AutoCAD 2018
2. Libre Office
3. Mozilla Firefox
4. Google Chrome

5. Opera
6. 7-zip
7. Microsoft Windows
8. ESET NOD32 Smart Security Business Edition
9. Спутник

**10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине "Расчет и моделирование горных машин и оборудования"**

Для осуществления образовательного процесса по данной дисциплине предусмотрена следующая материально-техническая база:

1. Учебная аудитория № 122 для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная мультимедийным оборудованием: Переносной ноутбук Lenovo B590 15.6 дюйма экран, 2,2 ГГц тактовая частота, 4 Гб ОЗУ, 512 Мб видеопамять, проектор с максимальным разрешением 1024x768; программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows7, пакеты программных продуктов Office 2007 и 2010;

2. Специальное помещение № 219 (научно-техническая библиотека), компьютерный класс № 207 для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду филиала.

**11. Иные сведения и (или) материалы**

1. Образовательный процесс осуществляется с использованием как традиционных, так и современных интерактивных технологий.

В рамках аудиторных занятий применяются следующие интерактивные методы:

- разбор конкретных примеров; - мультимедийная презентация.

2. Проведение групповых и индивидуальных консультаций осуществляется в соответствии с расписанием консультаций по темам, заявленным в рабочей программе дисциплины, в период освоения дисциплины и перед промежуточной аттестацией с учетом результатов текущего контроля.

