

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 01 » марта 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Компьютерные расчеты элементов конструкций  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.03.01 Машиностроение  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Машиностроение (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Компьютерные расчеты элементов конструкций» – формирование комплекса знаний в области применения специализированных компьютерных программ для математических вычислений на примере программы MathCAD, изучение возможностей эффективного использования данной программы для решения различных инженерных задач.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний о возможностях существующих прикладных программ инженерных расчетов на примере программы MathCAD; изучение основ аналитических и численных методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций с применением персонального компьютера;
- формирование умений проводить основные математические вычисления и типовые инженерные расчеты в программе MathCAD;
- формирование навыков проведения инженерных расчетов на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций в программе MathCAD.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- интерфейс компьютерной программы математических вычислений MathCAD;
- основы применения программы MathCAD при проведении типовых математических вычислений;
- основы применения программы MathCAD при проведении расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций;
- основы использования программы MathCAD при обработке экспериментальных данных.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает принципы подготовки отзывов и заключений на техническую документацию с использованием компьютерных программ, существующие методы автоматизации инженерных расчетов, основы проведения математических вычислений в программе MathCAD	Знает принципы подготовки информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость типовых элементов конструкций в программе MathCAD, умеет проводить работы по формированию элементов технической документации с использованием компьютерных программ.	Умеет проводить работы по формированию элементов технической документации на основе внедрения результатов научно-исследовательских работ	Расчетно-графическая работа
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет опытом практической работы на компьютере в программе MathCAD, навыками разработки проектов и планов проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с использованием компьютерных программ.	Владеет навыками разработки проекты календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Расчетно-графическая работа

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	63	63	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	45	45	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	81	81	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				
Основные сведения о компьютерной программе MathCAD	4	0	8	15
<p>Тема 1. Основные сведения о программе MathCAD. Обзор основных прикладных пакетов программ для инженерных расчетов. MathCAD – универсальная компьютерная программа для автоматизации математических вычислений. Общая характеристика программы MathCAD и её место в системе САПР. Интерфейс программы MathCAD.</p> <p>Тема 2. Обычные вычисления в системе MathCAD Ввод и задание математического выражения. Основные операторы и функции. Встроенные функции и функции пользователя. Логические выражения и разрывные функции. Функция if и её использование для описания разрывных функций.</p> <p>Тема 3. Действия над векторами и матрицами Ввод элементов векторов и матриц. Векторные и матричные операторы. Оператор векторизации. Векторные и матричные функции. Функции сортировки. Решение систем линейных уравнений.</p> <p>Тема 4. Графический редактор программы MathCAD Способы ввода функций. Построение и форматирование графических объектов. Типы графиков. График векторов и график функции. Двумерные и трехмерные графики. Ввод и редактирование текста.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Математический анализ в MathCAD	2	0	6	12
<p>Тема 5. Дифференцирование и интегрирование в MathCAD</p> <p>Аналитическое дифференцирование. Численное дифференцирование. Вычисление производных высших порядков. Частные производные. Интегрирование: определенный и неопределенный интеграл. Интегралы специального вида. Интегральные преобразования.</p> <p>Тема 6. Решение уравнений и систем уравнений</p> <p>Решение квадратных уравнений в MathCAD. Решение систем уравнений. Функции root и polyroots. Решение систем нелинейных уравнений. Функции Find, Minner, Maximize, Minimize. Реализация итерационных вычислений. Итерационные выражения в векторной форме. Решение задач оптимизации.</p> <p>Тема 7. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений</p> <p>Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение задачи Коши. Решение дифференциальных уравнений с помощью функции Odesolve. Решение краевых задач.</p>				
Дополнительные возможности MathCAD	2	0	6	12
<p>Тема 8. Символьные вычисления в MathCAD</p> <p>Символьные вычисления в командном режиме. Оператор символьного вывода. Палитра символьных операций. Применение разнообразных команд символьных вычислений.</p> <p>Тема 9. Обработка данных</p> <p>Одномерные линейная и сплайновая интерполяции. Двухмерные линейная и сплайновая интерполяции. Типовые статистические функции. Линейная регрессия. Нелинейная регрессия. Функции сглаживания данных.</p> <p>Тема 10. Программирование в MathCAD</p> <p>Создание программного блока. Инструкция Add Line. Оператор внутреннего присваивания. Построение условных выражений. Организация циклов. Инструкция otherwise, break, continue, return. Обработка ошибок.</p>				
Выполнение инженерных расчетов в программе MathCAD	8	0	25	42
<p>Тема 11. Вычисление геометрических характеристик плоских сечений</p> <p>Вычисление площадей плоских фигур. Нахождение центра тяжести сечения. Вычисление моментов инерции, радиусов инерции и моментов сопротивления сечения. Определение положения главных центральных осей и главных моментов</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>инерции.</p> <p>Тема 12. Определение реакций опор в стержневых системах Составление систем уравнений и неравенств и решение этих систем с помощью блока Given - Find. Составление уравнений равновесия и определение реакций опор в статически определимых стержневых системах.</p> <p>Тема 13. Построение эпюр внутренних силовых факторов в стержневых системах Создание функций поперечных сил и изгибающих моментов для статически определимых балок. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов с помощью графического редактора MathCAD. Построение вектор-функций внутренних силовых факторов в плоских рамах. Графическое представление результатов.</p> <p>Тема 14. Определение перемещений в статически определимых балках Дифференциальные зависимости при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Определение перемещений в статически определимых балках методом начальных параметров. Построение универсальных уравнений метода начальных параметров. Графическое представление результатов.</p> <p>Тема 15. Определение перемещений в стержневых системах методом интеграла Мора Составление интегралов Мора для произвольно нагруженных балок постоянного и переменного сечения. Графическое представление результатов. Расчет балки на прочность по нормальным напряжениям. Проверка условий жёсткости в пролёте и на консоли балки. Определение перемещений в плоских рамах методом интеграла Мора.</p> <p>Тема 16. Расчет статически неопределимых стержневых систем на прочность и жёсткость Раскрытие статической неопределимости стержневых систем. Составление системы канонических уравнений метода сил. Вычисление коэффициентов канонических уравнений методом Мора. Решение системы канонических уравнений. Реализация итерационных вычислений в MathCAD. Расчет балки на прочность по нормальным напряжениям. Проверка условий жёсткости в пролётах и на консолях балки.</p> <p>Тема 17. Обработка экспериментальных данных в MathCAD Применение различных видов аппроксимации для обработки экспериментальных данных в MathCAD.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Построение диаграмм деформирования различных материалов. Построение кривых многоциклового усталости конструкционных сталей. Тема 18. Расчеты на прочность и жёсткость при ударе Изгибающий удар по статически определимой плоской раме. Изгибающий удар по статически неопределимой стержневой системе. Скручивающий удар по статически определимой стержневой системе.				
ИТОГО по 5-му семестру	16	0	45	81
ИТОГО по дисциплине	16	0	45	81

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Запуск программы MathCAD. Знакомство с главным меню и панелями инструментов.
2	Проведение обычных вычислений в системе MathCAD.
3	Ввод элементов векторов и матриц в MathCAD. Действия над векторами и матрицами.
4	Построение и форматирование различных графиков функций в программе MathCAD. Знакомство с графическим редактором.
5	Дифференцирование и интегрирование в MathCAD.
6	Решение систем уравнений в MathCAD. Решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений.
7	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в MathCAD. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
8	Выполнение символьных вычислений в программе MathCAD. Использование символьных операторов для комплексных вычислений, извлечения корней уравнений, преобразований Фурье, Лапласа и т.д.
9	Обработка данных в MathCAD, применение различных видов аппроксимации для обработки данных. Линейная и нелинейная интерполяция, линейная и нелинейная регрессия.
10	Программирование в MathCAD. Создание программ автоматизированного подбора требуемых из условия прочности сечений стержней.
11	Вычисление основных геометрических характеристик плоских сечений в MathCAD.
12	Составление уравнений равновесия и определение реакций опор в статически определимых стержневых системах.
13	Построение эпюр внутренних силовых факторов в статически определимых балках в MathCAD. Создание функций поперечных сил и изгибающих моментов для статически определимых балок.
14	Построение эпюр внутренних силовых факторов в статически определимых плоских рамах в MathCAD.
15	Определение перемещений в статически определимых балках методом начальных параметров в MathCAD

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
16	Определение перемещений в статически определимых балках методом интеграла Мора. Расчет балки на прочность по нормальным напряжениям. Проверка условий жёсткости в пролёте и на консоли балки.
17	Определение перемещений в статически определимых плоских рамах методом интеграла Мора. Расчет рамы на прочность по нормальным напряжениям.
18	Расчет статически неопределимой балки в MathCAD. Составление системы канонических уравнений метода сил. Вычисление коэффициентов канонических уравнений методом Мора. Решение системы канонических уравнений.
19	Расчет статически неопределимой балки на прочность по нормальным напряжениям. Проверка условий жёсткости в пролётах и на консолях балки.
20	Обработка экспериментальных данных в MathCAD. Построение диаграмм деформирования различных материалов. Построение кривых многоциклового усталости конструкционных сталей.
21	Расчет на прочность и жёсткость при ударе. Изгибающий удар по статически определимой плоской раме.
22	Расчет на прочность и жёсткость при ударе. Изгибающий удар по статически неопределимой стержневой системе. Скручивающий удар по статически определимой стержневой системе.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Макаров Е. Г. Mathcad : учебный курс / Е. Г. Макаров. - Санкт-Петербург: Питер, 2009.	32
2	Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в Mathcad : учебный курс / Е. Г. Макаров. - Санкт-Петербург: Питер, 2003.	13
3	Макаров Е. Г. Сопротивление материалов на базе Mathcad : учебное пособие для вузов / Е. Г. Макаров. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2004.	20
4	Расчеты на прочность элементов машиностроительных конструкций в среде MATHCAD : учебное пособие для вузов / Р. К. Вафин [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2006.	22
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Сопротивление материалов : учебное пособие / А. А. Балакирев [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	395
2	Феодосьев В. И. Сопротивление материалов : учебник для вузов / В. И. Феодосьев. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007.	146
3	Феодосьев В. И. Сопротивление материалов : учебник для вузов / В. И. Феодосьев. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018.	11
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В. Ю. Петрова ; Р. В. Бульбовича. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
2	Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Российская академия наук, Сибирское отделение ; Российская академия наук, Уральское отделение ; Пермский край. Министерство промышленности, инноваций и науки ; Росмолодежь ; Под ред. В. Ю. Петрова ; Под ред. В. Я. Беленького. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
3	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. А. А. Ташкинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Сопротивление материалов. Задания к выполнению курсовых и расчетно-проектировочных работ : [учебное пособие] / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Сост. А. А. Крюков, Т. Э. Римм. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2020.	5

2	Справочные таблицы для выполнения учебных заданий и курсовых работ по курсу Сопротивление материалов / Пермский государственный технический университет, Кафедра Конструирование машин и сопротивления материалов ; Сост. Н. Н. Вассерман, М. Л. Зинштейн, А. А. Балакирев, Т. Э. Римм. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	1
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
Не используется		

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Балакирев А.А., Вассерман Н.Н. и др. Сопротивление материалов: Учебное пособие – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007 – 339 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2659">https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2659</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Компас-3D V14, ПНИПУ 2013 г.

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Доска меловая	1
Лекция	Компьютер персональный	1
Лекция	Проектор	1
Лекция	Экран настенный	1
Практическое занятие	Доска маркерная	1
Практическое занятие	Компьютер персональный	16
Практическое занятие	Проектор	1
Практическое занятие	Экран настенный	1

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Компьютерные расчеты элементов конструкций»**  
основной профессиональной образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.03.01 Машиностроение
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Машиностроение (общий профиль, СУОС)
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Бакалавр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Инновационные технологии машиностроения
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс: 3</b>	<b>Семестры: 5</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
<b>Виды промежуточного контроля:</b>	
Дифференцированный зачет - 5 семестр	

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины **«Компьютерные расчеты элементов конструкций»** и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины **«Компьютерные расчеты элементов конструкций»**, утвержденной «27» ноября 2020 г.

## **1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения**

### **1.1. Формируемые части компетенций**

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина Б1.В.5 **«Компьютерные расчеты элементов конструкций»** участвует в формировании компетенции ПК-1.1. В рамках учебного плана образовательной программы в 5-м семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

**ПК-1.1.Б1.В105.** Способность подготавливать элементы документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ.

### **1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра базового учебного плана) и разбито на 4 раздела. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам, дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный	Промежуточный	
	ПЗ	ЛР	РТ	КП	Диф. зачет
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>ИД-1ПК-1.1.</b> Знает принципы подготовки отзывов и заключений на техническую документацию с использованием компьютерных программ, существующие методы автоматизации инженерных расчетов, основы проведения математических вычислений в программе MathCAD.			РТ		ТВ
<b>Освоенные умения</b>					
<b>ИД-2ПК-1.1</b> Умеет проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость типовых элементов конструкций в программе MathCAD, умеет проводить работы по формированию элементов технической документации с использованием компьютерных программ.	ОПР-1- 22				ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>ИД-3ПК-1.1</b> Владеет опытом практической работы на компьютере в программе MathCAD, навыками разработки проектов и планов проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с использованием компьютерных программ.	ОПР-1-22				ПЗ

*ОПР – отчет по практической работе; ОЛР – отчет по лабораторной работе; РТ – рубежное тестирование; КП – курсовой проект; ТВ – теоретический вопрос дифференцированного зачета; ПЗ – практическое задание дифференцированного зачета.*

Итоговыми оценками освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимые с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **2.1. Текущий контроль**

Текущий контроль для оценивания знания компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

По темам, имеющим большую теоретическую нагрузку для контроля знаний (табл. 1.1) проводятся контрольные работы. Качество и полнота ответов на вопросы оценивается по 4-балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты практических работ и рубежного

тестирования (после изучения каждого раздела учебной дисциплины).

### 2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 22 практические работы. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Таблица 2.1. Критерии и шкала оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций на практической работе

Балл за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций после изучения учебного материала
знания	умения		
5	5	Максимальный уровень	<i>Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно в соответствии с предъявляемыми требованиями или с незначительными недочетами.</i>
4	4	Средний уровень	<i>Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям.</i>
3	3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

Результаты защиты практических работ по 4-балльной шкале оценивания знаний и умений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### 2.2.2. Рубежное тестирование

Согласно РПД запланировано 4 рубежных тестирования (РТ) после освоения студентами учебных разделов дисциплины. Первое РТ по темам раздела «Основные сведения о компьютерной программе MathCAD», второе РТ – по темам раздела «Математический анализ в MathCAD», третье РТ – по темам раздела «Дополнительные возможности MathCAD», четвертое РТ – по темам раздела «Выполнение инженерных расчетов в программе MathCAD».

Примеры типовых тестовых вопросов (заданий) представлены в приложении 1.

Шкала и критерии оценки результатов рубежного тестирования приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Критерии и шкала оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций на рубежном тестировании

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	<i>Студент ответил правильно более, чем на 86% вопросов.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил правильно на 71-85% вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил правильно на 51-70% вопросов.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент ответил правильно менее, чем на 51% вопросов.</i>

Результаты рубежного тестирования по 4-балльной шкале оценивания знаний заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

#### **2.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета.

##### **2.4.1 Дифференцированный зачет**

Промежуточная аттестация по дисциплине в виде дифференцированного зачета проводится письменно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, и практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровнем сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС бакалаврской программы. Пример билета приведен в приложении 3.

##### **2.4.1.1 Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

Вопросы для контроля усвоенных знаний:

1) Опишите назначение следующей стандартной функции (служебной команды) программы MathCad:

1. ORIGIN
2. TOL
3. CTOL
4. solve
5. float
6. factor
7. expand
8. Given
9. Find
10. Odesolve

2) Сформулируйте следующее понятие (при необходимости дополните свой ответ формулами, схемами или примерами):

1. Арифметические вычисления в программе MathCad.
2. Построение графиков функций в программе MathCad.
3. Действия над векторами и матрицами в программе MathCad.
4. Дифференцирование в программе MathCad.
5. Интегрирование в программе MathCad.
6. Логические операторы программы MathCad.
7. Программирование в программе MathCad.
8. Символьные вычисления в программе MathCad.
9. Операторы присвоения программы MathCad.

**Типовые практические задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений** представлены в приложении 2. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре. Пример билета представлен в приложении 3.*

#### **2.4.1.2 Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Шкала и критерии оценки результатов обучения для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.4 и 2.5.

Таблица 2.4. Шкала оценивания уровня знаний

<b>Балл</b>	<b>Уровень усвоения</b>	<b>Критерии оценивания уровня усвоенных знаний</b>
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня умений и владений

<b>Балл</b>	<b>Уровень освоения</b>	<b>Критерии оценивания уровня освоенных умений</b>
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала, отличные владения навыками полученных знаний и умений при решении профессиональных задач. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения, хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения, удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При</i>

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
		<i>ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практическое задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений, недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности дисциплинарных компетенций**

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля на дифференцированном зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

#### **3.1. Оценочный лист**

Оценочный лист промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета является инструментом для оценивания преподавателем уровня освоения компонентов контролируемых дисциплинарных компетенций путём агрегирования оценок, полученных студентом за ответы на вопросы билета, и результатов *текущей успеваемости* студента. Заполняя все позиции оценочного листа, преподаватель выставляет частные оценки по результатам текущей успеваемости студента, а также по ответам на вопросы и задания билета.

В оценочный лист включаются:

1. Интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля по 4-х балльной шкале оценивания.
2. Три оценки за ответы на вопросы и задания билета по 4-х балльной шкале оценивания.
3. Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.

4. Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.

По первым 4-м оценкам вычисляется средняя оценка уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций, на основании которой по сформулированным ниже критериям выставляется итоговая оценка промежуточной аттестации по дисциплине. Форма оценочного листа с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности дисциплинарных компетенций приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Форма оценочного листа

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)	Оценка за экзамен для каждого результата обучения			Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций	Итоговая оценка за промежуточную аттестацию
	знания	умения	владения		
5	5	4	5	4.75	Отлично
4	3	3	3	3.25	Удовлетворительно
3	5	4	3	3.75	Хорошо
3	3	3	2	2.75	Неудовлетворительно
3	3	4	2	3.0	Неудовлетворительно

**Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:**

«Отлично» – средняя оценка  $> 4,5$ .

«Хорошо» – средняя оценка  $> 3,75$  и  $\leq 4,5$ .

«Удовлетворительно» – средняя оценка  $\geq 3,0$  и  $\leq 3,75$  при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка  $< 3,0$  или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

## Приложение 1. Примеры типовых вопросов рубежного тестирования

1. Установите соответствие:

expand	factor	substitute	simplify
--------	--------	------------	----------

- а) функция, выполняющая операцию развернуть (открывает скобки, приводит подобные);
- б) функция, выполняющая операцию упростить выражение;
- в) функция, выполняющая операцию разложить на множители;
- г) функция, выполняющая операцию подстановки;

2. Установите соответствие:

:=	=	==	→
----	---	----	---

- а) булево равно;
- б) присваивание;
- в) численное равно;
- г) символьное равно;

3. Установите соответствие:

diag(n)	rref(n)	identity(n)	matrix(m,n,f)
---------	---------	-------------	---------------

- а) функция, создающая диагональную матрицу, элементы главной диагонали которой хранятся в векторе n;
- б) функция, создающая и заполняющая матрицу, элементы которой хранятся в j-ом столбце и i-ой строке равен значению функции f;
- в) функция, создающая единичную матрицу порядка n;
- г) функция, приводящая матрицу к ступенчатому виду с единичным базисным минором;

4. При записи комплексного числа  $i$  набирается с калькулятора либо вначале задается следующее

- а)  $i^2 := -1$
- б)  $i := \sqrt{-1}$
- в)  $i := 1$
- г)  $i := (-1)$

5. Для того чтобы MathCAD произвел операцию разложения на множители и сокращение дроби

выражения  $\frac{216y^3 + 1}{1 - 6y + 36y^2}$ , запись действия должна иметь следующий вид:

- а)  $\frac{216y^3 + 1}{1 - 6y + 36y^2} \text{ factor} \rightarrow$
- б)  $\text{factor} \frac{216y^3 + 1}{1 - 6y + 36y^2} \rightarrow$
- в)  $\text{factor} := \frac{216y^3 + 1}{1 - 6y + 36y^2} \rightarrow$
- г)  $\text{factor} \frac{216y^3 + 1}{1 - 6y + 36y^2} :=$

6. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом обратной матрицы осуществляется с помощью формулы

а)  $x := \left(\frac{A}{B}\right)^{-1}$

б)  $x := (AB)^{-1}$

в)  $x := A^{-1}B$

г)  $x := AB^{-1}$

7. Функция, которая создает единичную матрицу порядка n

а) identity(n)

б) rref(n)

в) stack(n)

г) diag(n)

8. Для того чтобы найти четвертую производную функции  $\cos(x)$ , то выражение вычисляющее производную будет выглядеть следующим образом:

а)  $\frac{d^4}{dx^4} \cos(x) \rightarrow$

б)  $\frac{4d}{dx} \cos(x) \rightarrow$

в)  $\left[\frac{d}{dx}\right]^4 \cos(x) \rightarrow$

г)  $\frac{d}{dx^4} \cos(x) \rightarrow$

9. Функция, находящая собственные значения квадратной матрицы A

а) eigenvecs(A)

б) eigenvals (A)

в) eigenvec(A,  $\lambda$ )

г) cols(A)

10. Для того чтобы найти вторую производную функции  $x^4 - x^3$  то выражение вычисляющее производную будет выглядеть следующим образом:

а)  $\frac{d^2}{dx^2} (x^4 - x^3) \rightarrow$

б)  $\frac{2d}{dx} (x^4 - x^3) \rightarrow$

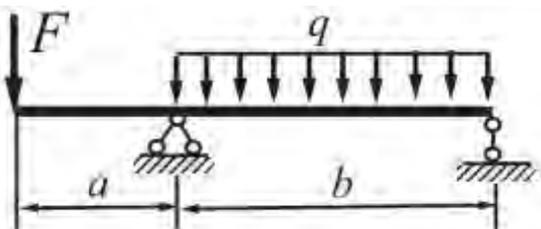
в)  $\left[\frac{d}{dx}\right]^2 (x^4 - x^3) \rightarrow$

г)  $\frac{d}{dx^2} (x^4 - x^3) \rightarrow$

## Приложение 2. Типовые практические задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений

1. Построить в программе MathCad график функции  $y(x)=\sin(2x)$ , результат представить на диапазоне  $0 \leq x \leq 15$ .
2. Построить в программе MathCad график функции  $y(x)=\cos(3x)$ , результат представить на диапазоне  $0 \leq x \leq 12$ .
3. Построить в программе MathCad график функции  $y(x)=1.5x^3$ , результат представить на диапазоне  $-6 \leq x \leq 6$ .
4. Построить в программе MathCad график функции  $y(x)=2x^2-x$ , результат представить на диапазоне  $-7 \leq x \leq 7$ .
5. Построить в программе MathCad график функции  $y(x)=\cos(0.7x)$ , результат представить на диапазоне  $-5 \leq x \leq 10$ .
6. Построить в программе MathCad график функции  $y(x)=\sin(-0.5x)$ , результат представить на диапазоне  $-20 \leq x \leq 20$ .
7. Построить в программе MathCad график функции  $y(x)=7|x|-0.5x$ , результат представить на диапазоне  $-8 \leq x \leq 10$ .
8. Построить в программе MathCad график функции  $y(x)=5|x|+x^2$ , результат представить на диапазоне  $-10 \leq x \leq 10$ .
9. Построить в программе MathCad график функции  $y(x)=5-\log(7x)$ , результат представить на диапазоне  $0 \leq x \leq 12$ .
10. Построить в программе MathCad график функции  $y(x)=\ln(3x)-x^7$ , результат представить на диапазоне  $0 \leq x \leq 15$ .

11.



Построить эпюры поперечных сил  $Qy(z)$  и изгибающих моментов  $Mx(z)$  для заданной балки в программе MathCad.  
 $F = 45 \text{ кН}$ ;  $q = 26 \text{ кН/м}$ ;  $a = 1 \text{ м}$ ;  $b = 2 \text{ м}$ .

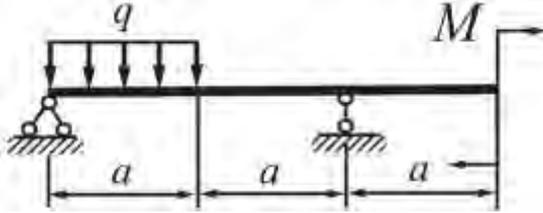
Приложение 3. Пример билета для дифференцированного зачета

ФГАОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)

15.03.01 Машиностроение  
Кафедра «Инновационные технологии  
машиностроения»  
Дисциплина «Компьютерные расчеты  
элементов конструкций»

БИЛЕТ № 1

1. Опишите назначение следующей стандартной функции (служебной команды) программы MathCad: **ORIGIN** (*контроль знаний*);
2. Сформулируйте следующее понятие (при необходимости дополните свой ответ формулами, схемами или примерами): «Действия над векторами и матрицами в программе MathCad» (*контроль знаний*);
3. Практическое задание (*контроль умений и владений*):



Построить эпюры поперечных сил  $Q_y(z)$  и изгибающих моментов  $M_x(z)$  для заданной балки в программе MathCad.  
 $M = 18 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;  $q = 26 \text{ кН} / \text{м}$ ;  $a = 2 \text{ м}$ .

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

Д.М. Караваев

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.В. Карманов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_