



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП


(подпись)

Н.Я. Цимбельман

(Ф.И.О.)

« 28 » 01 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента


(подпись)

Н.Я. Цимбельман

(Ф.И.О.)

« 28 » 01 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Метод конечных элементов в строительном проектировании

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

(Технологии информационного моделирования / BIM Design technology)

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3

лекции 18 час.

практические занятия 36

лабораторные работы 00 час.

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. - / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 00 час.

самостоятельная работа 90 час.

в том числе на подготовку к экзамену - час.

контрольные работы (количество) 3 семестр

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 3 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.05.2017 г. № 482.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента геоинформационных технологий
протокол № 5 от «28» 01 2021 г.

Директор департамента Н.Я. Цимбельман

Составитель (ли): А.В. Баенхаев

Владивосток

2021

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой/ директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой/ директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой/ директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой/ директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: формирование у обучаемых знаний основ метода конечных элементов и применения его к различным задачам строительной механики: теориям стержней, пластин, оболочек, теории упругости и решения этих задач помощью комплексов программ компьютерного моделирования конструкций.

Задачи:

- изучение основ метода конечных элементов для упругих систем на простых примерах: получение вариационных постановок задач из дифференциальных при помощи формальной математической процедуры, построение на их основе схем метода конечных элементов в форме метода перемещений;
- построение матриц конечных элементов для отдельных задач механики;
- применение метода конечных элементов в форме смешанного метода;
- решение задач теорий изгиба балок, пластин и оболочек, теории упругости с помощью комплексов программ компьютерного моделирования конструкций.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Проектный	ПК-2 Способность проводить изыскания с целью определения исходных данных для моделирования, расчетного обоснования, проектирования и мониторинга объектов; формализовывать решение задачи информационного моделирования	ПК-2.2 Проведение специальных исследований для использования при численном анализе объекта градостроительной деятельности
Научно-исследовательский	ПК-5 Способность осуществлять научно-исследовательскую работу в сфере технологий информационного моделирования	ПК-5.1 Формулирование целей, постановка задач исследования в сфере технологий информационного моделирования
		ПК-5.2 Составление аналитического обзора научно-технической информации в сфере технологий информационного моделирования
		ПК-5.3 Исследование математических моделей, описывающих поведение изучаемого объекта, обработка и систематизация результатов исследования

		ПК-5.4 Оформление и представление аналитических научно-технических отчетов по результатам исследования
--	--	---

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.2 Проведение специальных исследований для использования при численном анализе объекта градостроительной деятельности	Знает методы и программные средства численного анализа объекта градостроительной деятельности
	Умеет применять методы и программные средства численного анализа объекта градостроительной деятельности
	Владеет методами и программными средствами численного анализа объекта градостроительной деятельности
ПК-5.1 Формулирование целей, постановка задач исследования в сфере технологий информационного моделирования	Знает постановки задач для использования в сфере технологий информационного моделирования
	Умеет формулировать постановки задач для использования в сфере технологий информационного моделирования
	Владеет способностью формулировать постановки новых задач для использования в сфере технологий информационного моделирования
ПК-5.2 Составление аналитического обзора научно-технической информации в сфере технологий информационного моделирования	Знает, как составляется аналитический обзор научно-технической информации в сфере технологий информационного моделирования
	Умеет составлять аналитический обзор научно-технической информации в сфере технологий информационного моделирования
	Владеет достаточным объёмом информации для составления аналитического обзора научно-технической информации в сфере технологий информационного моделирования
ПК-5.3 Исследование математических моделей, описывающих поведение изучаемого объекта, обработка и систематизация результатов исследования	Знает математические модели, описывающие поведение изучаемого объекта, обработка и систематизация результатов исследования
	Умеет использовать математические модели, описывающих поведение изучаемого объекта, обработка и систематизация результатов исследования
	Владеет способностью исследования математических моделей, описывающих поведение изучаемого объекта, обработка и систематизация результатов исследования
ПК-5.4 Оформление и представление аналитических научно-технических отчетов по результатам исследования	Знает, как оформляются и представляются аналитические научно-технические отчеты по результатам исследования
	Умеет оформлять и представлять аналитические научно-технические отчеты по результатам исследования
	Владеет способностью оформлять и представлять аналитические научно-технические отчеты по результатам исследования

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы 144 академических часа (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия

СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Контроль	Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		
1	Раздел I. Основы метода конечных элементов для упругих систем	3	12	-					УО-1; УО-3; ПР-3; ПР-6; ПР-12; ПР-13
2	Раздел 2. Применение метода конечных элементов к задачам строительной механики	3	6	-		-	90	-	
Итого:			18	-	36	-	90	-	

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (18 час.)

Раздел 1. Основы метода конечных элементов для упругих систем (12 час.)

Тема 1. Продольная деформация стержня (4 час.)

Дифференциальная постановка задачи. Основные сведения из вариационного исчисления. Основная интегральная формула. Вариационное уравнение Лагранжа. Принцип стационарности полной потенциальной энергии. Схема метода конечных элементов в форме метода перемещений.

Тема 2. Теория изгиба балки Бернулли-Эйлера (4 час.)

Дифференциальная постановка задачи. Основная интегральная формула. Вариационное уравнение Лагранжа. Принцип стационарности полной потенциальной энергии. Схема метода конечных элементов в форме метода перемещений.

Тема 3. Плоская задача теории упругости (4 час.)

Дифференциальная постановка задачи. Основная интегральная формула.

Вариационное уравнение Лагранжа. Принцип стационарности полной потенциальной энергии. Схема метода конечных элементов в форме метода перемещений.

Раздел 2. Применение метода конечных элементов к задачам строительной механики (6 час.)

Тема 4. Теория изгиба балок Тимошенко. (3 час.)

Особенности метода конечных элементов в форме метода перемещений при изгибе балок Тимошенко. Решение задачи на основе смешанного вариационного принципа.

Тема 5. Теория расчета тонких пластин. (3 час.)

Применение метода конечных элементов к расчету пластин.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (36 час.)

Раздел I. Основы метода конечных элементов для упругих систем (16 час.)

Тема 1. Продольная деформация стержня (4 час.)

Решение задачи аналитическим способом, методом конечных элементов с созданием алгоритма решения задачи в математическом пакете программ, с помощью комплексов программ конечно-элементного моделирования конструкций. Сравнение результатов.

Тема 2. Теория изгиба балки Бернулли-Эйлера (6 час.)

Решение задачи аналитическим способом, методом конечных элементов с созданием алгоритма решения задачи в математическом пакете программ, с помощью комплексов программ конечно-элементного моделирования конструкций. Сравнение результатов.

Тема 3. Плоская задача теории упругости (6 час.)

Построение матриц жесткости и нагрузок для прямоугольного, треугольного и изопараметрического конечного элемента. Решение задач с помощью комплексов программ конечно-элементного моделирования конструкций.

Раздел 2. Применение метода конечных элементов к задачам строительной механики (20 час.)

Тема 4. Теория изгиба балок Тимошенко. (6 час.)

Расчеты изгиба балок Тимошенко методом конечных элементов с форме метода перемещений и смешанным методом. Сравнение результатов.

Тема 5. Теория расчета тонких пластин (6 час.)

Построение матриц жесткости конечных элементов пластин и выполнение расчетов пластин с помощью конечно-элементных комплексов программ.

Тема 6. Применение конечно-элементных комплексов программ для расчета зданий и сооружений (8 час.)

Выполнение прочностного анализа конструкций высотного здания и большепролетного сооружения.

ПРИМЕРЫ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

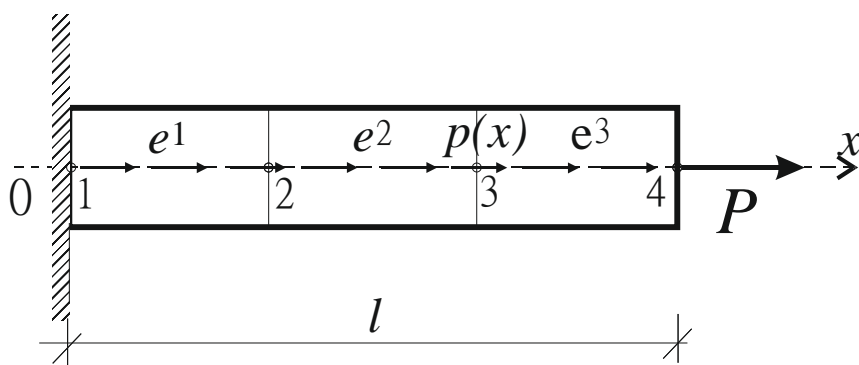
ЗАДАНИЕ «Расчёт продольной деформации стержня методом конечных элементов»

Номер варианта задания выбирается в соответствии с шифром, которым являются три последние цифры номера зачетной книжки (АВ):

А – вторая цифра от конца в номере зачетной книжки,

В - последняя цифра номера зачетной книжки.

Например, если номер зачетной книжки: 0318-07**42**, то А=4, В=2.



Найти перемещение свободного конца стержня и построить эпюру продольного усилия:

1. Аналитическим методом
2. Методом конечных элементов с помощью математического пакета программ, например, PTC MathCAD
3. Методом конечных элементов с помощью, например, ПК Лира-САПР или SCAD Office.

Исходные данные к задаче принимаются по таблице 1. Продольную жёсткость стержня EA принять равной $2 \cdot 10^5$ кН.

Таблица 1

<i>A</i>	Число КЭ	<i>l</i> , см	<i>l</i> ₁ , см	<i>l</i> ₂ , см	<i>B</i>	<i>P</i> , кН	<i>p</i> , кН/см
0	3	500	117	202	0	8	0,3
1	4	600	100	185	1	9	0,4
2	5	700	90	175	2	10	0,5
3	3	800	217	302	3	11	0,6
4	4	500	75	160	4	12	0,7
5	5	600	70	155	5	13	0,8
6	3	700	183	268	6	14	0,3
7	4	800	150	235	7	15	0,4
8	5	500	50	135	8	16	0,5
9	3	600	150	235	9	17	0,6

ЗАДАНИЕ «Расчёт изгиба балки Бернулли-Эйлера методом конечных элементов»

Номер варианта задания выбирается в соответствии с шифром, которым являются три последние цифры номера зачетной книжки (ABC):

A – третья с конца цифра номера зачетной книжки,

B – предпоследняя цифра номера зачетной книжки,

C – последняя цифра номера зачетной книжки.

Например, если номер зачетной книжки: 0318-0742, то A=7, B=4, C=2.

Задание:

1. Проверка статической определимости балки.
2. Определить опорные реакции.
3. Построить эпюры усилий M, Q.
4. Выполнить проверку полученных эпюр.

Выполнить расчёты:

1. Аналитическим методом
2. С помощью ПК Лира-САПР
3. С помощью программы MathCAD

Жесткость на изгиб принять $EI = 100000 \text{ кН}\cdot\text{м}^2$. Расчетные схемы балки показаны на рис. 1. Исходные данные взять из табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для балок

A	M, кН·м	q, кН/м	B	a, м	P, кН	C	Номер схемы
1	30	10	1	0,5	50	1	1
2	35	15	2	0,75	75	2	2
3	40	20	3	1	100	3	3
4	45	25	4	1,25	125	4	4
5	50	10	5	1,5	150	5	5
6	30	15	6	0,5	175	6	6
7	35	20	7	0,75	200	7	7
8	40	25	8	1	50	8	8
9	45	10	9	1,25	75	9	9
0	50	15	0	1,5	100	0	0

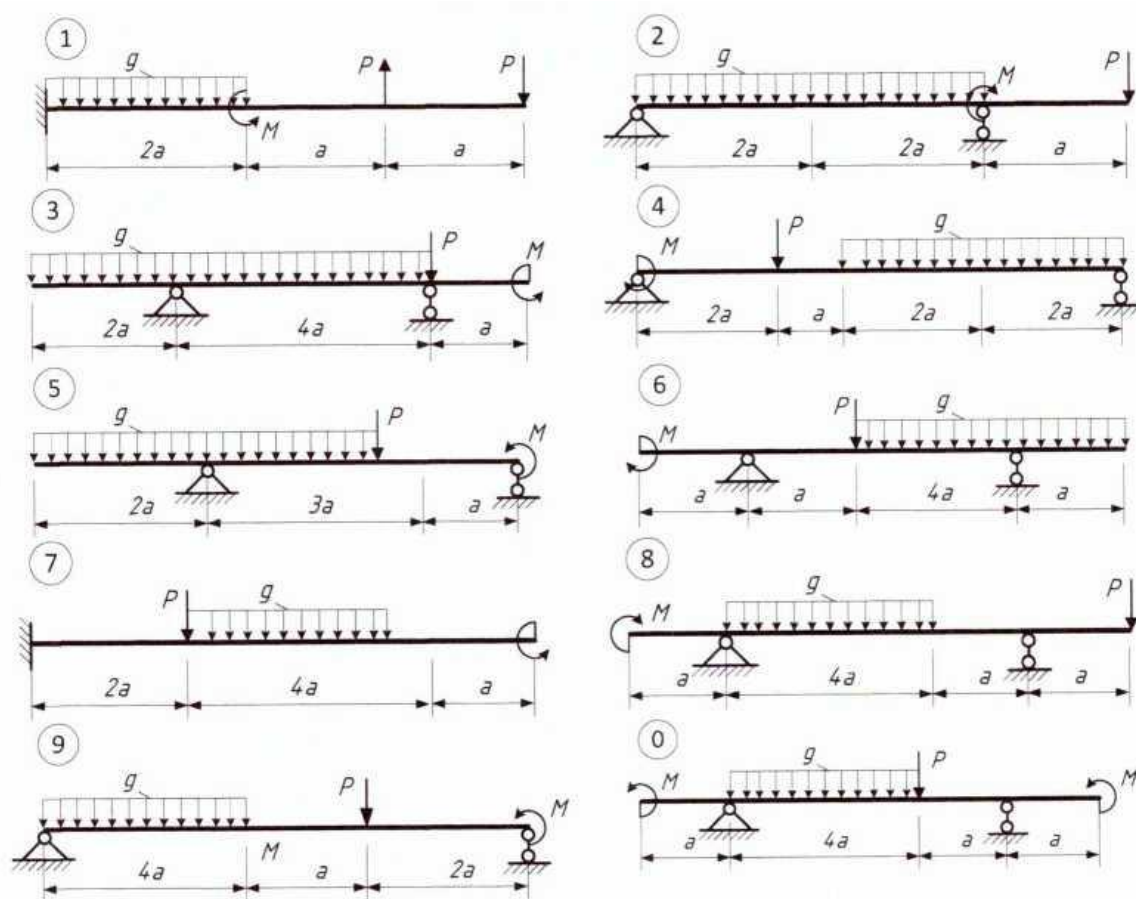


Рис. 1. Расчетная схема балки

ЗАДАНИЕ «Решение задачи плоского напряженного состояния методом конечных элементов»

Номер варианта задания выбирается в соответствии с шифром, которым являются три последние цифры номера зачетной книжки (ABC):

A – третья с конца цифра номера зачетной книжки,

B – предпоследняя цифра номера зачетной книжки,

C – последняя цифра номера зачетной книжки.

Например, если номер зачетной книжки: 0318-0**742**, то A=7, B=4, C=2.

Задание:

определить компоненты тензора перемещений в декартовых координатах $u(x,z)$ и $v(x,z)$ для срединной поверхности балки-стенки в ее плоскости.

Расчетная схема балки-стенки показана на рис. 1. Исходные данные взять из табл. 1.

Примечание. Характеристики материала: $E = 2,65 \cdot 10^6$ Па, $\nu = 0,15$.

Таблица 1. Исходные данные

A	p , Н/м	B	h , м	C	a , м	b , м
0	550	0	0,01	0	1,2	1,4
1	600	1	0,02	1	1,4	1,6
2	650	2	0,02	2	1,6	1,8
3	700	3	0,04	3	1,8	2
4	750	4	0,05	4	2	2,2
5	300	5	0,01	5	2,2	2,4
6	350	6	0,02	6	2,4	2,5
7	400	7	0,02	7	2,5	2,6
8	450	8	0,04	8	2,6	2,8
9	500	9	0,05	9	2,8	3

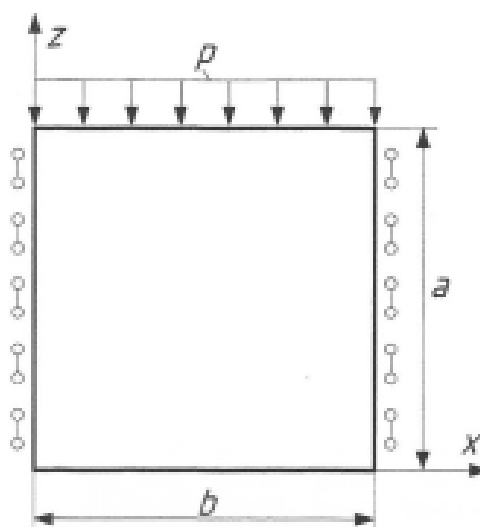


Рис. 1. Расчётная схема балки-стенки

ЗАДАНИЕ «Расчёт прямоугольной пластины методом конечных элементов»

Номер варианта задания выбирается в соответствии с шифром ABC , которым являются три последние цифры номера зачетной книжки: A - третья с конца цифра номера зачетной книжки, B – предпоследняя, C – последняя.

Задание: определить максимальный прогиб пластины.

Выполнить расчёты:

1. Аналитическим методом

2. С помощью ПК Лира-САПР. Принять сетку конечных элементов 10x10.

Характеристика материала: $E = 2,1 \times 10^{11} \text{ т/м}^2$, $\nu = 0,3$. Исходные данные взять из табл. 1. Расчетная схема пластины показана на рис. 1.

Представить файлы расчета аналитическим методом, ПК ЛИРА-САПР, сравнения результатов.

Граничные условия: жёсткое защемление по BC, края AB и CD – свободно опёрты.

Таблица 1

Исходные данные для расчетной схемы пластины

<i>A</i>	<i>p</i> , т/м ²	<i>B</i>	<i>h</i> , м	<i>C</i>	<i>a</i> , м	<i>b</i> , м
1	-1500	1	0,01	1	1	1
2	-1000	2	0,02	2	3	2
3	-2000	3	0,02	3	2	1
4	-1500	4	0,04	4	3	1
5	-1000	5	0,05	5	2	2
6	-2000	6	0,01	6	6	4
7	-1500	7	0,02	7	4	2
8	-1000	8	0,02	8	6	2
9	-2000	9	0,04	9	3	3
0	-1000	0	0,05	0	9	6

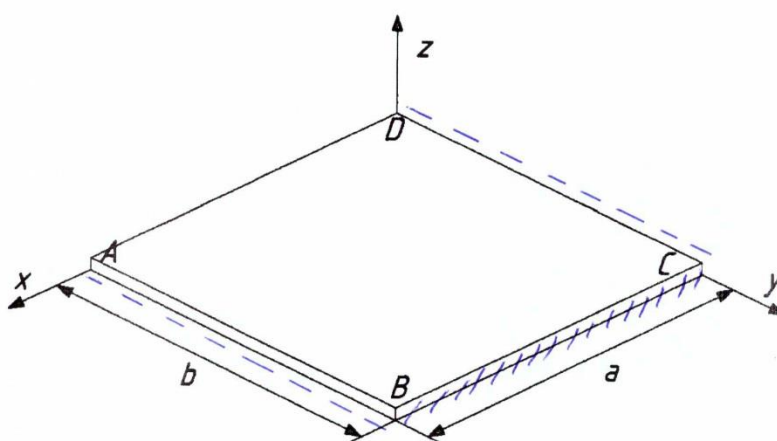


Рис. 1. Расчётная схема пластины

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Работа с теоретическим материалом	90 час.	УО-1 ПР-1

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Рекомендации к самостоятельной работе на лекции

Студенту необходимо быть готовым к лекции до прихода лектора в аудиторию, так как именно в первую минуту объявляется тема, формулируется основная цель, дается перечень важнейших вопросов. Без этого дальнейшее понимание лекции затрудняется.

Эффективность познавательной деятельности студента при слушании всецело зависит от направленности его внимания. Внимание обусловлено единством субъективных и объективных причин. В зависимости от действия этих причин оно может быть произвольным, т.е. возникает помимо сознательного намерения человека, и произвольным, сознательно регулируемым, направляемым. Работа студента на лекции – сложный процесс,

включающий в себя слушание, осмысливание и собственно конспектирование (запись).

Умение студента слышать на лекции преподавателя является лишь первым шагом в процессе осмысленного слушания, который включает в себя несколько этапов, начиная от восприятия речи и кончая оценкой сказанного.

Лекцию необходимо записывать, вести краткие конспекты, где формулировались бы наиболее важные моменты, основные положения, излагаемые лектором. Обычно запись производится в специальной тетради. При оформлении конспекта лекции необходимо оставлять поля, где студент может записать свои собственные мысли, возникающие параллельно с мыслями, высказанными лектором, а также вопросы, которые могут возникнуть в процессе слушания, чтобы получить на них ответы при самостоятельной проработке материала лекции, при изучении рекомендованной литературы или непосредственно у преподавателя в конце лекции.

Основное отличие конспекта от текста – отсутствие или значительное снижение избыточности, то есть удаление отдельных слов или частей текста, не выражающих значимой информации, а также замена развернутых оборотов текста более лаконичными словосочетаниями (свертывание). При конспектировании основную информацию следует записывать подробно, а дополнительные и вспомогательные сведения, примеры – очень кратко. Умение отделять основную информацию от второстепенной – одно из основных требований к конспектирующему. Хорошие результаты в выработке умения выделять основную информацию дает известный приём, названный условно приемом фильтрации и сжатия текста, который включает в себя две операции:

1. Разбивку текста на части по смыслу.
2. Нахождение в каждой части текста одного слова краткой фразы или обобщающей короткой формулировки, выражающих основу содержания этой части.

Рекомендуется применять систему условных сокращений. В первую очередь сокращаются длинные слова и те, что повторяются в речи лектора чаще всего. При этом само сокращение должно быть по возможности кратким. Основные термины, повторяющиеся наиболее часто, могут быть выделены как ключевые слова и обозначены начальными заглавными буквами этих слов (сокращение, называемое аббревиатурой). Ключевые слова записываются первый раз полностью, после чего в скобках дается их аббревиатура. Процесс записи значительно облегчается при использовании сокращений общепринятых вспомогательных слов. В самостоятельной работе над лекцией целесообразным является использование студентами логических схем. Они в наглядной форме раскрывают содержание и взаимосвязь категорий, законов, понятий, наиболее важных фактов.

Прослушанный материал лекции студент должен проработать. Насколько эффективно он это сделает, зависит и прочность усвоения знаний. Опыт показывает, что только многоразовая, планомерная и целенаправленная обработка лекционного материала обеспечивает его надежное закрепление в долговременной памяти человека.

Повторение нужно разнообразить. При первом повторении изучаются все параграфы и абзацы, при втором, возможно, будет достаточно рассмотреть только отдельные параграфы, а в дальнейшем лишь тему лекции.

Необходимым является подготовка студента к предстоящей лекции. Основным требованием, предъявляемым к такой работе, является, прежде всего, систематичность ее проведения. Она включает ряд важных познавательно-практических этапов: чтение записей, сделанных в процессе слушания и конспектирования предыдущей лекции, вынесение на поля всего, что требуется при дальнейшей работе с конспектом и учебником; техническое оформление записей (подчеркивание, выделение главного, выводов, доказательств); выполнение практических заданий преподавателя; знакомство с материалом предстоящей лекции по учебнику и дополнительной литературе.

1. Студент должен изучить все вопросы семинара, предлагаемые по данной теме, но ответить развернуто может по одному из вопросов, наиболее интересному на его взгляд. Работа над докладом прививает навыки исследовательской деятельности, способствует опыту работы с аудиторией на более высоком методическом и научном уровне.

2. Студент может приготовить информационный или проблемный доклад. Первый связан с анализом статьи, книги, знакомством с конкретным философским течением и т.п. Докладчик должен доходчиво и внятно передать информацию, которой он овладел, раскрывая значение неизвестных студентам понятий и категорий, встреченных при изучении определённого вопроса. Такой доклад является аналитическим, в нём должна прослеживаться позиция выступающего, его видение темы. Второй тип доклада – проблемный, носит поисковый характер, в нём анализируются разнообразные подходы к проблеме, докладчик должен сделать свой выбор и обосновать его.

3. Студент должен свободно ориентироваться в проблеме, которая лежит в основе его доклада, для этого необходимо тщательно ознакомиться с литературой, предлагаемой к данному семинару, отобрать нужную для раскрытия исследуемого вопроса, внимательно изучить и проанализировать её. Необходимо вести тщательный конспект изучаемого материала, в котором должны быть зафиксированы материалы источников, кроме того, следует обращать внимание на сноски, на страницы или иные части произведения (глава, пункт, строка и др.). Рекомендуется, перед тем как излагать доклад в аудитории пересказать текст и определить время его изложения, не более 10-15 минут.

4. Нужно помнить, что непрерывное чтение ослабляет внимание слушателей, ведет к потере контакта с ними, поэтому к написанному тексту лучше обращаться только для отдельных справок, воспроизведения цитат, выводов и т.п. Выступление значительно выигрывает, если оно сопровождается наглядными материалами: репродукциями, схемами и т.д. В конце доклада

нужно быть готовым не только к ответам на вопросы слушателей, но и уметь задавать вопросы аудитории с целью проверки её понимания поставленной проблемы.

5. На семинарских занятиях студент должен иметь конспект лекций и сделанные конспекты первоисточников к изучаемой теме.

6. Для самоконтроля студентов после каждого семинара предлагаются тесты. Вопросы тестов предполагают однозначные ответы: нужно указать пункт с правильным ответом. При этом следует учитывать, что правильных ответов может быть не один, а несколько.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№	Контролируемые модули/ разделы / темы	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Основы метода конечных элементов для упругих систем	ПК-2 ПК-5	Знает алгоритм метода конечных элементов Имеет навыки (начального уровня) построения вариационных постановок и схем метода конечных элементов	Устный опрос (УО-1)	Зачет
2	Раздел 2. Применение метода конечных элементов к задачам строительной механики	ПК-2 ПК-5	Знает метод конечных элементов Имеет навыки (начального уровня) применения метода конечных элементов для расчета сооружений	Устный опрос (УО-1)	Зачет

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Жилкин В.А. Введение в метод конечного элемента : учебное пособие /

Жилкин В.А.. — Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2014. — 288 с. — ISBN 978-5-906109-10-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/80067.html>

2. Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел : учебник / Присекин В.Л., Расторгуев Г.И.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 238 с. — ISBN 978-5-7782-1287-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45417.html>

3. Холопов И.С. Расчет плоских конструкций методом конечного элемента : учебное пособие / Холопов И.С., Лосева И.В.. — Саратов : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 102 с. — ISBN 978-5-9585-0583-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/43399.html>

Дополнительная литература

1. Трушин, С. И. Строительная механика: метод конечных элементов : учеб. пособие / С.И. Трушин. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 305 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; режим доступа <http://new.znanium.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/17500. - ISBN 978-5-16-011428-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/761208>

2. Самогин, Ю. Н. Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов / Самогин Ю.Н., Хроматов В.Е., Чирков В.П. - Москва :Физматлит, 2012. - 200 с. ISBN 978-5-9221-1380-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544799>

3. Тухфатуллин, Б. А. Численные методы расчета строительных конструкций. Метод конечных элементов : учебное пособие для вузов / Б. А. Тухфатуллин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт,

2020. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08899-1. — Текст :
электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455848>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет»**

1. Федеральная университетская компьютерная сеть России
<http://www.runnet.ru/>
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>
3. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>
4. Электронная библиотечная система Международной ассоциации строительных высших учебных заведений <http://www.iprbookshop.ru/>
5. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>
6. Электронная библиотека "Консультант студента"
<http://www.studentlibrary.ru/>
7. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
8. Научная библиотека ДВФУ
<http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>
9. Электронно-библиотечная система <https://znanium.com/>
10. Электронно-библиотечная система <https://urait.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

<p align="center">Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест</p>	<p align="center">Перечень программного обеспечения</p>
<p>Компьютерный класс</p>	<p align="center">– Microsoft Office Professional Plus 2016 –</p>

<p>кафедры гидротехники. теории зданий и сооружений</p> <p>ауд. Е708, 19 рабочих мест</p>	<p>офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);</p> <ul style="list-style-type: none"> – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – АBBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – Revit Architecture – система для работы с чертежами; – SCAD Office – система для расчёта строительных конструкций – MS Project- автоматизированная система для календарных планов строительства объектов – Альт-инвест пакет прикладных программ по оценке эффективности инвестиционных проектов – Гранд смета - программный комплекс для расчета сметной стоимости строительства
<p>Компьютерный класс кафедры гидротехники. теории зданий и сооружений</p> <p>ауд. Е709, 25 рабочих мест</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – АBBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – Revit Architecture – система для работы с

	<p>чертежами</p> <ul style="list-style-type: none"> – SCAD Office – система для расчёта строительных конструкций – MS Project- автоматизированная система для календарных планов строительства объектов – Альт-инвест пакет прикладных программ по оценке эффективности инвестиционных проектов – Гранд смета - программный комплекс для расчета сметной стоимости строительства
<p>Компьютерный класс кафедры гидротехники, теории зданий и сооружений, ауд. L353, 25 рабочих мест</p>	<p>Microsoft Office Professional – офисный пакет, включающий ПО для работы с различными типами документов;</p> <p>Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для публикаций в формате PDF;</p> <p>Anchored structures – пакет расчета плавучих сооружений и моделирования якорных системы удержания при воздействии волновых и ледовых нагрузок.</p> <p>ANSYS – пакет МКЭ для решения стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела, механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики;</p> <p>LIRA – пакет МКЭ для расчета конструкций различного назначения;</p> <p>LS DYNA – пакет МКЭ для решения трёхмерных динамических нелинейных задач механики деформируемого твёрдого тела, механики жидкости и газа, теплопереноса;</p> <p>PLAXIS – пакет МКЭ для решения геотехнических задач;</p> <p>SCAD – пакет МКЭ для расчета стальных и железобетонных конструкций;</p>

	<p>STATYSTICA - пакет для статистического анализа, реализующий функции анализа данных, управления данными, добычи данных, визуализации данных;</p> <p>Autodesk REVIT – программный комплекс для автоматизированного проектирования, реализующий принцип информационного моделирования зданий.</p> <p>– MATLAB R2016a - пакет прикладных программ для программирования решения инженерных задач</p>
--	--

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по ведению конспектов

Успешное изучение дисциплины требует от студентов посещения аудиторных занятий, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной, дополнительной и нормативной литературой.

Запись конспекта лекций или практических занятий – одна из основных форм активной работы студентов, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. Работа над текстом лекции или практического занятия способствует более глубокому пониманию материала лекции ее содержание, позволяет развивать аналитическое мышление. В конце лекции преподаватель оставляет время (5-10 минут) для того, чтобы студенты имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу.

При формировании конспекта студенту рекомендуется придерживаться некоторых правил графического дизайна оформления текста. В частности, необходимо четко выделять заголовки различных уровней шрифтами

одинакового для каждого уровня исполнения. Формулировки и определения выделять обозначением на полях, шрифтом, цветом или подчеркиванием. Текст одинаковой значимости должен быть выделен одним и тем же способом.

Предпочтительным является фиксирование лекционного материала в виде таблиц или, если это возможно, организационных диаграмм. Для наилучшего восприятия материала рекомендуется писать конспект разборчивым почерком и применять только общепринятые или понятные данному студенту сокращения.

Каждому студенту рекомендуется разработать индивидуальную систему понятных ему сокращений. При подготовке к занятиям студент должен просмотреть конспекты лекций или практических занятий, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В случае наличия неясных моментов, требующих дополнительного разъяснения преподавателем, подготовить список вопросов, которые необходимо будет задать преподавателю на следующей лекции или ближайшей консультации, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Постоянная активность на занятиях, готовность ставить и обсуждать актуальные проблемы курса - залог успешной работы и положительной оценки.

Рекомендации по использованию учебно-методических материалов

При изучении дисциплины рекомендуется пользоваться следующими учебно-методическими материалами: конспектом лекций и практических занятий по дисциплине; учебниками и учебными пособиями; государственными стандартами; периодическими изданиями по тематике изучаемой дисциплины, методическими рекомендациями по выполнению практических и курсовых работ.

Методические указания к выполнению практических работ содержат исходные данные, содержание и порядок выполнения работ, примеры выполнения. Пользуясь методическими указаниями к выполнению практических работ, следует избегать формализованного подхода к выполнению работы, основанного лишь на механической подстановке значений своего варианта задания в примеры выполнения работ без понимания сущности рассматриваемых процессов и алгоритма решаемой задачи.

Для подготовки отчета к защите следует проанализировать результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению практических работ. Отчет завершается выводами по результатам работы.

Полностью подготовленный и надлежаще оформленный отчет практической работы передается для проверки и защиты преподавателю, ведущему практические занятия по данной дисциплине.

Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой следует начинать со знакомства со списком рекомендуемой учебной литературы по дисциплине (см. раздел 5 рабочей программы), в которой перечислены основная, дополнительная и нормативная литература, иные издания, интернет-ресурсы, необходимые для работы на занятиях.

Выбрав нужный источник, следует найти в нем интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, сопоставив с соответствующим разделом собственного конспекта.

В случае возникших затруднений следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Для полноты

информации необходимо стремиться ознакомиться со всеми рекомендованными печатными и электронными источниками информации в необходимом для понимания темы полном объеме.

Рекомендации по подготовке к экзамену

Подготовка является завершающим этапом изучения дисциплины. Подготовку следует начинать с первой лекции и практического занятия, поскольку знания, умения и навыки формируются в течении всего периода, предшествующего экзаменационной сессии.

Перед сдачей студент должен защитить отчеты по всем предусмотренным учебным планом практическим работам, сдать тесты (при необходимости). Уточнить время и место проведения зачета.

При подготовке не позднее чем за неделю рекомендуется подготовить перечень экзаменационных вопросов и комплект источников для подготовки ответов на экзаменационные вопросы: конспект лекций, рекомендованные учебные пособия и учебно-методические материалы. При наличии интернет-источников обеспечить доступ в интернет и подготовить список необходимых сайтов.

Подготовку к зачету необходимо проводить не менее 3-4 полных дней без существенных перерывов и отвлечения на посторонние темы. При сдаче зачета необходимо учитывать, что при оценивании знаний студентов преподаватель руководствуется, прежде всего, следующими критериями:

- правильность ответов на вопросы;
- полнота и лаконичность ответа;
- умение толковать и применять нормативные акты;
- способность правильно квалифицировать факты и обстоятельства, разделять при-

чины и следствия процесса;

- способность делать адекватные выводы и заключения;
- ориентироваться в нормативно-технической литературе;
- логика и аргументированность изложения;
- культура ответа.

Требования к допуску на экзамен

Для допуска студент должен:

- обязательно посещать занятия;
- иметь конспект лекций;
- иметь материалы по практическим занятиям,
- иметь материалы выполнения лабораторных работ (при наличии в учебном плане);
- выполнить в полном объеме задания к практическим занятиям (например, решенные задачи, реферат, доклад изученного материала, представленный в виде презентации и прочие задания, предусмотренные рабочей учебной программой дисциплины в рамках практических занятий);
- защитить контрольные работы и тесты (при наличии в учебном плане).

Студент обязан не только представить комплект выполненных заданий и прочих материалов, необходимых для допуска к зачету/экзамену по изучаемой дисциплине, но и уметь ответить на вопросы преподавателя, касающиеся решения конкретной задачи или выполненного студентом задания. В случае невыполнения вышеизложенных требований студент *не допускается* к сдаче экзамен.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

<p>Наименование оборудо-ванных помещений и помещений для самостоятельной работы</p>	<p>Перечень основного оборудования</p>
<p>Читальный зал Научной библиотеки ДВФУ корпус А, уровень 10</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400, 1600x900, Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600, 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEeth, Wi-Fi, BT, usb kbd, Win8.1Pro</p> <p>Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/с.</p> <p>Места для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами и видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>
<p>Мультимедийная аудитория</p>	<p>проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avergence; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)</p>

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Текущая аттестация проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной, проводится в форме контрольных мероприятий (*защиты практической работы*) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Предусмотрена промежуточная аттестация в виде зачета.

При проведении текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении текущей и промежуточной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;
- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных

проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

- форма проведения текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей.

Перечень оценочных средств

№	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	ПР-1	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ КАЖДОЙ ФОРМЫ, С ОПИСАНИЕМ ИНДИКАТОРОВ ДОСТИЖЕНИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ СОГЛАСНО ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Критерии оценки результатов обучения (тестирование/зачет/экзамен)

Баллы/шка-ла ECTS	Оценка	Критерии оценки результатов обучения
100-83/A, B	отлично/ зачтено (отлично)/ зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации</p> <p>Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения.</p> <p>Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».</p>
82-68/C	хорошо/ зачтено (хорошо)/ зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей.</p> <p>Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Достаточно хорошо ориентируется в учебной и</p>

Баллы/шка-ла ECTS	Оценка	Критерии оценки результатов обучения
		<p>профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».</p>
67-50/D, E	удовлетворительно/ зачтено (удовлетворительно)/ зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».</p>

Баллы/шка-ла ECTS	Оценка	Критерии оценки результатов обучения
49-0/F, FX	неудовлетворительно/не зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 – 67	удовлетворительно		D
50 – 55		E	
20 – 49	неудовлетворительно	не зачтено	FX
0 – 19			F

Ниже приведены правила оценивания формирования компетенций по показателю оценивания «Знания».

Критерий оценивания	Уровень освоения и оценка			
	«2» (неудовлетв.)	«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Знание терминов и определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей и соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц	Не знает значительной части материала дисциплин	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его	Знает материал дисциплины в объёме	Обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины,

(разделов)	ы	деталей		владеет дополнительн ыми знаниями
Полнота ответов на проверочные вопросы	Не даёт ответы на большинств о вопросов	Даёт неполные ответы на все вопросы	Даёт ответы на вопросы, но не все - полные	Даёт полные, развёрнутые ответы на поставленные вопросы
Правильность ответов на вопросы	Допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос	В ответе имеются существенны е ошибки	В ответе имеются несуществен ные неточности	Ответ верен
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовате льности	Излагает знания с нарушениями в логической последователь ности	Излагает знания без нарушений в логической последователь ности	Излагает знания в логической последовательн ости, самостоятельн о их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстриру ет изложение поясняющи ми схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретир	Допускает неточности в изложении и	Грамотно и по существу излагает	Грамотно и точно излагает

	ует знания	интерпретац ии знаний	знания	знания, делает самостоятельн ые выводы
--	------------	--------------------------	--------	--

Ниже приведены правила оценивания формирования компетенций по показателю оценивания «Навыки начального уровня».

Критерий оценивания	Уровень освоения и оценка			
	«2» (неудовлетв .)	«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Навыки выбора методик выполнения заданий	Не может выбрать методику выполнения заданий	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий
Навыки выполнения заданий различной сложности	Не имеет навыков выполнения учебных заданий	Имеет навыки выполнения только простых типовых учебных заданий	Имеет навыки выполнения только стандартных учебных заданий	Имеет навыки выполнения как стандартных, так и нестандартных учебных заданий
Навыки самопроверки. Качество сформированных навыков	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий	Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения	Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения	Не допускает ошибок при выполнении заданий

Навыки анализа результатов выполнения заданий, решения задач	Делает некорректные выводы	Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов	Делает корректные выводы по результатам решения задачи	Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий
Навыки представления результатов решения задач	Не может проиллюстрировать решение задачи поясняющими схемами, рисунками	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы верно и аккуратно