



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

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

Л.В. Ким

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой гидротехники,  
теории зданий и сооружений

Н.Я. Цимбельман

26.12.2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Компьютерное моделирование и автоматизированные расчеты конструкций  
**Направление подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений**  
специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»  
**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 7, 8  
лекции не предусмотрены  
практические занятия 144 час.  
лабораторные работы не предусмотрены  
в том числе с использованием МАО лек. 0/пр. 24/лаб. 0 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 108 час.  
в том числе с использованием МАО 24 час.  
самостоятельная работа 45 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
контрольные работы 2  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены  
зачет с оценкой 7 семестр  
экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 31.05.2017 г. № 483.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры гидротехники, теории зданий и сооружений, протокол № 4 от 26.12.2019 г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доц. Н.Я. Цимбельман  
Составитель к.т.н., доц. А.В. Баенхаев

Владивосток  
2019

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель - формирование компетенции в области компьютерного моделирования и автоматизированных расчётов конструкций, формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков инженерного анализа зданий, сооружений и их конструкций с помощью численного (компьютерного) моделирования.

Задачи:

- формирование знаний по современным методам компьютерного моделирования и автоматизированных расчётов конструкций;
- приобретение навыков проведения расчётов инженерных конструкций и их элементов, сопоставления, верификации и калибровки результатов;
- формирование навыков обработки, представления и интерпретирования результатов, получаемых с помощью численного моделирования;
- формирование знаний о подготовке компьютерных моделей к расчёту в соответствии с действующими нормативно-техническими документами РФ и передовых стран, обеспечивающих требования о соблюдении безопасности зданий и сооружений.

Дисциплина относится к блоку Б1.О части, формируемой участниками образовательных отношений.

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

<b>Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций</b>	<b>Код и наименование общепрофессиональной компетенции выпускника</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции</b>
Исследования	ОПК-11. Способен осуществлять постановку и решение научно-технических задач строительной отрасли, выполнять экспериментальные исследования и математическое моделирование, анализи-	ОПК-11.3 Составление программы для проведения исследования, определение потребности в ресурсах ОПК-11.4 Составление плана исследования ОПК-11.6 Составление математической модели исследуемого процесса (явления)

	ровать их результаты, осуществлять организацию выполнения научных исследований	ОПК-11.7 Выполнение и контроль выполнения математического моделирования ОПК-11.9 Обработка результатов математического моделирования
--	--	---

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Теоретическая часть учебным планом не предусмотрена.

## II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

№ темы	Название темы	Содержание темы	Кол-во часов
<i>Лабораторные работы</i>			144
<i>Семестр 7</i>			72
1	Введение в численное моделирование	Задача расчёта зданий и сооружений. Сущность численных методов и их классификация. Базовые понятия напряжённо-деформированного состояния (НДС) твёрдого тела: гипотеза Бернулли, формулы Коши, закон Гука, константы Ламэ. Практическое применение методов численного моделирования. Входной контроль знаний.	10
2	ANSYS Workbench: начало работы	Знакомство с программным комплексом ANSYS. Интерфейс рабочей среды ANSYS Workbench: работа с проектом, блок-схемы, файловая структура.	10
3	ANSYS Workbench: геометрия и основные операции с ней	Инструменты создания и редактирования геометрии: SpaceClaim, DesignModeler. Типы моделирование: прямое и на основе предыстории. Правила создания геометрии для расчётной схемы. Создание набора геометрии необходимых для инженерного анализа. Базовые навыки параметризации.	15
4	ANSYS Workbench: работа с материалами и их свойства. Дискретизация модели	База данных материалов компонента Engineering Data. Работа с материалами: создание и редактирование. Модели материалов и их свойства: упруго-пластичные модели, критерии прочности Мора-Кулона, Друкера-Прагера и пр. Суть дискретизации: методы, правила, подходы к созданию конечно-элементной модели. Возможности создания КЭ модели в ПК ANSYS.	10
5	ANSYS Workbench:	Статический анализ консольной балки в физиче-	10

№ те-мы	Название темы	Содержание темы	Кол-во часов
	статический анализ консольной балки	ски линейной постановке. Моделирование стержневыми и объёмными КЭ. Сравнение с аналитическими решениями (по теориям Эйлера-Бернулли и Тимошенко), анализ НДС балки, интерпретация результатов.	
6	ANSYS Workbench: анализ устойчивости фермы	Статический анализ стальной фермы и проверка на устойчивости системы в целом и отдельного элемента. Использование языка APDL в среде Workbench. Оценка результатов при использовании различных типов стержневых КЭ. Интерпретация результатов, полученных разными методами. Сравнение с аналитическим решением.	17
7	ANSYS Workbench: задача термоупругости и динамика круглой пластины	Статический анализ НДС круглой пластины от теплового воздействия. Модальный анализ пластины без преднапряжения и с ним. Интерпретация результатов: связь критической нагрузки потери устойчивости Эйлера и собственной частоты колебаний, зависимость от уровня внутренних напряжений.	8
<i>Семестр 8</i>			72
1	SIMULIA Abaqus: начало работы	Знакомство с программным комплексом SIMULIA Abaqus (Dassault Systèmes). Интерфейс рабочей среды комплексом SIMULIA Abaqus: работа с проектом, файловая структура.	2
2	SIMULIA Abaqus: статический анализ консольной балки	Статический анализ консольной балки в физически линейной постановке. Создание геометрии. Моделирование стержневыми и объёмными КЭ. Сравнение с аналитическими решениями (по теориям Эйлера-Бернулли и Тимошенко), анализ НДС балки, интерпретация результатов. Верификация решения на примере результатов ANSYS Workbench.	2
3	SIMULIA Abaqus: моделирование тела с ортотропными свойствами материала	Знакомство с видами анизотропии реализованными в программном комплексе. Статический анализ твёрдого тела при одноосном растяжении в пространственной постановке. Аналитическое решение задачи, интерпретация результатов.	6
4	SIMULIA Abaqus: моделирование растяжения стального образца	Знакомство с физически нелинейными материалами SIMULIA Abaqus. Моделирование испытания цилиндрического образца на растяжение. Анализ развития пластических деформаций, вывод необходимой информации. Сравнение с натурным экспериментом и интерпретация результатов	6

<b>№ темы</b>	<b>Название темы</b>	<b>Содержание темы</b>	<b>Кол-во часов</b>
5	SIMULIA Abaqus: подходы к моделированию грунтового основания	Обзор подходов к моделированию грунтового основания в зависимости от целей расчётного обоснования. Упругое основания с использованием специальных элементов.	6
6	SIMULIA Abaqus: моделирование грунтового массива	Моделирование грунтового массива с учётом необходимого количества исходных данных: физическая нелинейность, начальные (природные) напряжения, учёт консолидации грунта	6
7	SIMULIA Abaqus: моделирование здания	Моделирование простейшей монолитной системы: мгновенная расчётная схема и учёт генетической нелинейности (поэтапность возведения). Создание геометрии и её сборка. Задание нагрузок и воздействий согласно действующим нормативно-правовым актам РФ. Параметризованная нагрузка. Интерпретация результатов.	10
8	SIMULIA Abaqus: моделирование и расчёт системы «основание-здание / сооружение»	Моделирование совместной работы грунтового массива и здания: условие контакта фундамента и грунтового основания. Особые воздействия: сейсмика и взрыв. Анализ и интерпретация результатов.	10
9	SIMULIA Abaqus: механика разрушения	Применение XFEM (Extended Finite Element Method) в задачах механики разрушения на примере стальной пластины. Сравнение полученных результатов с экспериментом.	4
10	SIMULIA Abaqus: свободное падение тела	Моделирование свободного падения твёрдого тела. Сопоставление аналитического и численного решения задачи.	6
11	SIMULIA Abaqus: остойчивость тела произвольной формы	Оценка остойчивости тела произвольной формы. Метод конечных объёмов, смешанная постановка Лагранжа-Эйлера.	6
12	SIMULIA Abaqus: моделирование ветрового режима	Использование модуля Abaqus/CFD (Computational Fluid Dynamics) для оценки ветрового режима в новой застройке.	8

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

#### *План-график выполнения самостоятельной работы*

№	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	В течение семестра / курса	Работа с теоретическим материалом	36/72 час.	ПР-1
2.	В течение семестра / курса	Работа с теоретическим материалом	36/ 2 час.	УО-1
3.	Декабрь	Подготовка к зачёту	18 час.	зачёт
4.	Июнь	Подготовка к зачёту	18 час.	зачёт

#### *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 лек-

тором. 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.

#### *Рекомендации к практическим занятиям*

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 философ-

ским 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

### *Формы текущего и промежуточного контроля*

№	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1.	Введение в численное моделирование	ОПК-11	<b>Знает</b> основные физико-математические предметы, методы теоретического и экспериментального исследования <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> самостоятельно применять методы математики и механики, компьютерного моделирования при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
2.	ANSYS Workbench: начало работы	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции ANSYS Workbench <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> начального уровня для работы с программой ANSYS Workbench	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
3.	ANSYS Workbench: геометрия и основные операции с ней	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции ANSYS Workbench: геометрия <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой ANSYS Workbench: геометрия	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
4.	ANSYS Workbench: работа с материалами и их свойства. Дискретизация модели	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции ANSYS Workbench: работа с материалами и их свойства <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой ANSYS Workbench: работа с материалами и их свойства	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
5.	ANSYS Workbench: статический анализ консольной балки	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции ANSYS Workbench: статический анализ консольной балки <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой ANSYS Workbench: статический анализ консольной балки	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
6.	ANSYS Workbench: анализ устойчивости фермы	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции ANSYS Workbench: анализ устойчивости фермы <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой ANSYS Workbench: анализ устойчивости фермы	Тестирование (ПР-1)	Зачёт

7.	ANSYS Workbench: задача термоупругости и динамика круглой пластины	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции ANSYS Workbench: задача термоупругости и динамика круглой пластины <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой ANSYS Workbench: задача термоупругости и динамика круглой пластины	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
8.	SIMULIA Abaqus: начало работы	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции SIMULIA Abaqus: начало работы <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой SIMULIA Abaqus: начало работы	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
9.	SIMULIA Abaqus: статический анализ консольной балки	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции SIMULIA Abaqus: статический анализ консольной балки <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой SIMULIA Abaqus: статический анализ консольной балки	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
10.	SIMULIA Abaqus: моделирование тела с ортотропными свойствами материала	ОПК-111	<b>Знает</b> основные функции SIMULIA Abaqus: моделирование тела с ортотропными свойствами материала <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой SIMULIA Abaqus: моделирование тела с ортотропными свойствами материала	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
11.	SIMULIA Abaqus: моделирование растяжения стального образца	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции SIMULIA Abaqus: моделирование растяжения стального образца <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой SIMULIA Abaqus: моделирование растяжения стального образца	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
12.	SIMULIA Abaqus: подходы к моделированию грунтового основания	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции SIMULIA Abaqus: моделирование растяжения стального образца <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой SIMULIA Abaqus: моделирование растяжения стального образца	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
13.	SIMULIA Abaqus: моделирование грунтового массива	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции SIMULIA Abaqus: моделирование грунтового массива <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой SIMULIA Abaqus: моделирование грунтового массива	Тестирование (ПР-1)	Зачёт

14.	SIMULIA Abaqus: моделирование здания	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции SIMULIA Abaqus: моделирование здания <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой SIMULIA Abaqus: моделирование здания	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
15.	SIMULIA Abaqus: моделирование и расчёт системы «основание-здание / сооружение»	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции SIMULIA Abaqus: моделирование и расчёт системы «основание-здание / сооружение» <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой SIMULIA Abaqus: моделирование и расчёт системы «основание-здание / сооружение»	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
16.	SIMULIA Abaqus: механика разрушения	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции SIMULIA Abaqus: механика разрушения <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой SIMULIA Abaqus: механика разрушения	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
17.	SIMULIA Abaqus: свободное падение тела	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции SIMULIA Abaqus: свободное падение тела <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой SIMULIA Abaqus: свободное падение тела	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
18.	SIMULIA Abaqus: остойчивость тела произвольной формы	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции SIMULIA Abaqus: остойчивость тела произвольной формы <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой SIMULIA Abaqus: остойчивость тела произвольной формы	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
19.	SIMULIA Abaqus: моделирование ветрового режима	ОПК-11	<b>Знает</b> основные функции SIMULIA Abaqus: моделирование ветрового режима <b>Имеет навыки (начального уровня)</b> для работы с программой SIMULIA Abaqus: моделирование ветрового режима	Тестирование (ПР-1)	Зачёт

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Тупик Н.В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие. Электрон. текст. дан. Саратов: Вузовское образование, 2019. 230 с.  
<http://www.iprbookshop.ru/79639.htm>

2. Чаускин А.Ю. Численное моделирование напряжённо-деформированного состояния, прочности, устойчивости, динамики зданий и сооружений. Ч. I: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. Электрон. дан. Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2018. 83 с. 6 CD. <https://www.dvfu.ru/schools/engineering/science/scientific-and-educational-publications/tutorials-tutorial/>

### **Дополнительная литература**

1. Актуальные проблемы численного моделирования зданий, сооружений и комплексов / А.М. Белостоцкий, П.А. Акимов. М.: Изд-во АСВ, 2016. 426 с.

2. Белостоцкий А М. Программные средства в строительстве и архитектуре. Расчётные программные комплексы: учебно-методич. пособие / А.М. Белостоцкий, Г.М. Чентемиров, В.Н. Сидоров. М.: МАРХИ, 2017. 176 с.

3. Боев В.Д. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]/ Боев В.Д., Сыпченко Р.П. Электрон. текст. дан. М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. 525 с. 6 экз. <http://www.iprbookshop.ru/73655.html>.

4. Компьютерное моделирование: учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков. М.: КУРС, ИНФРА-М, 2017. 264 с. 6 экз. <https://znanium.com/catalog/product/603129>.

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

Федеральный портал «Российское образование»  
<http://www.edu.ru/index.php>

Федеральная университетская компьютерная сеть России  
<http://www.runnet.ru/>

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>

Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>

<http://www.studentlibrary.ru/>

Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

МЭБС АСВ - межвузовская электронно-библиотечная система Ассоциации строительных вузов, созданная на базе ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>

Библиокомплектатор – платформа для точечного подбора изданий и коллекций и дальнейшей работы с ними в полнотекстовом режиме.

ВКР-ВУЗ.РФ - платформа для хранения и проверки работ обучающихся на плагиат, создание и ведения электронного портфолио, интеграции работ и портфолио в электронно-образовательную среду ДВФУ.

Научная библиотека ДВФУ <http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>

Сайт компании ANSYS <http://www.ansys.com/academic/>

Официальный сайт компании Dassault Systèmes, академический портал.

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

<b>Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест</b>	<b>Перечень программного обеспечения</b>
Компьютерный класс кафедры гидротехники. теории зданий и сооружений ауд. Е708, 19 рабочих мест	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);</li> <li>– 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</li> <li>– ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов;</li> <li>– Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</li> <li>– AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения;</li> <li>– Revit Architecture – система для работы с чертежами;</li> <li>– SCAD Office – система для расчёта строительных конструкций</li> <li>– MS Project- автоматизированная система для календарных планов строительства объектов</li> <li>– Альт-инвест пакет прикладных программ по оценке</li> </ul>

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

При выполнении лабораторных работ следовать указаниям [4] из списка основной литературы. Для самостоятельного обучения скачать пакеты ANSYS Student (<http://www.ansys.com/academic/>) и SIMULIA Abaqus Student edition (<https://academy.3ds.com/>). При наличии доступа, использовать учебные материалы для ANSYS на портале <https://support.ansys.com/> - требуется регистрация). Логин и пароль к порталу у ДВФУ имеется.

### *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 зачет/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

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Читальный зал Научной библиотеки ДВФУ корпус А, уровень 10	Моноблок HP ProOne 400, 1600x900, Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600, 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd, Win8.1Pro Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/с. <b>Места для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья</b> оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы устройствами для чтения плоскопечатных текстов, сканирующими и читающими машинами и видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками
Мультимедийная	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200

аудитория	(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 Avervision; 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)
-----------	---

## VIII. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМ ОЦЕНИВАНИЯ

**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

Студенты в течение одного семестра проходят два раза тестирование (ПР-1). Тестирование заключается в следующем: по предложенным исходным данным, студенту необходимо разработать численную модель в программном комплексе численного моделирования. На 7 семестре тестирование проводится с использованием программного комплекса ANSYS, на 8 семестре в SIMLIA Abaqus. На одно тестирование выделяется 60 минут.

Также предусмотрен устный опрос (УО-1) один раз в семестр, в течении 5

минут индивидуально на одного студента.

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

*Критерии оценки результатов обучения (тестирование/зачет/экзамен)*

<b>Баллы/шка- ла ECTS</b>	<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки результатов обучения</b>
100-83/A, B	отлично/ за- чтено (отлич- но)/ 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/ за- чтено (хоро- шо)/ 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 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 – «хороший».</p>

Баллы/шка- ла ECTS	Оценка	Критерии оценки результатов обучения
67-50/D, E	удовлетвори- тельно/ заче- но (удовле- творител- но)/ за- чтено	<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 выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».</p>
49-0/F, FX	неудовлетво- рительно/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 выставляется 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 (разделов)	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в объёме	Обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на проверочные вопросы	Не даёт ответы на большинство 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 существенные ошибки	В ответе имеются несущественные неточности	Ответ верен
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и при-	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 усвоен-

	мерами			ных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные 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 методики 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	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