



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

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

Ким Л.В.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Инженерно-строительного  
отделения

Фарафонов А.Э.

25.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Оптимальное проектирование строительных конструкций  
**Специальность Строительство уникальных зданий и сооружений**  
Специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»  
**Форма подготовки очная**

курс 5 семестр А, В

лекции - час.

практические занятия 36/36 час.

лабораторные работы - час.

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. 12/12 / лаб. - час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО 24 час.

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к зачету - час.

контрольные работы не предусмотрены

расчетно-графическая работа 1

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет А семестр, зачет с оценкой В семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по специальности **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 Инженерно-строительного отделения, протокол № 7 от 25.03.2021 г.

Директор Инженерно-строительного отделения к.т.н., доцент Фарафонов А.Э.

Составитель к.т.н., доцент Ким Л.В.

Владивосток  
2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании Инженерно-строительного отделения Инженерного департамента

Протокол от «14» июня 2021 г. № 10

Рабочая программа в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ШКОЛЫ:

Протокол от «24» июня 2021 г. № 13

Рабочая программа в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ:

Протокол от «15» июля 2021 г. № 08-21

II. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании департамента морских арктических технологий

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

Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ШКОЛЫ:

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

Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ

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

III. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании департамента морских арктических технологий

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

Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ШКОЛЫ

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

Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ

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

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель: формирование знаний об основах оптимизации строительных конструкций при проектировании и прочностных расчетах конструкций зданий и сооружений.

Задачи:

- изучить методы оптимизации при проектировании и прочностных расчетах конструкций зданий и сооружений;
- овладеть умениями р
- сформировать навыки использования алгоритмов оптимизации и современных вычислительных комплексов.

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

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>Технологический</b>	ПК-2. Организация строительного производства на участке строительства (объектах капитального строительства)	ПК-2.1 Оперативное управление строительным производством на участке строительства
		ПК.2.2 Приемка и контроль качества результатов выполненных видов и этапов строительных работ на участке строительства
		ПК.2.3 Разработка мероприятий по повышению эффективности производственно-хозяйственной деятельности на участке строительства
		ПК.3.2 Специализированные обследования и комплексный анализ состояния ГТС ГЭС/ГАЭС
<b>научно-исследовательский</b>	ПК-4. Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний	ПК.4.1 Формирование новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок
		ПК.4.2 Координация деятельности соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями
		ПК.4.3 Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1 Оперативное управление строительным производством на участке строительства	Знать основные понятия теории оптимизации несущих конструкций зданий и сооружений и их элементов. Основные понятия и принципы регулирования усилий в строительных конструкциях.
	Уметь вести расчеты строительных конструкций с учетом оптимального распределения параметров. Применять методы регулирования усилий.
	Владеет навыками применения выбранных методов к решению научных задач
ПК.2.2 Приемка и контроль качества результатов выполненных видов и этапов строительных работ на участке строительства	Знать теоретические основы современных методов расчета зданий и сооружений с учетом сложных реологических свойств материалов, условий нагружения и эксплуатации и статистического разброса исходных данных о проектируемых объектах
	Умеет осуществлять отбор, систематизацию, анализ и оценку современных достижений для решения поставленных задач
	Владеет навыками критической оценки полученных результатов для обоснования выбора оптимальной стратегии решения исследовательских и практических задач
ПК.2.3 Разработка мероприятий по повышению эффективности производственно-хозяйственной деятельности на участке строительства	Знает способы представления научной информации при осуществлении академической и профессиональной коммуникации
	Уметь составлять расчетные схемы
	Владеет навыками подготовки докладов и выступлений на научно-тематических конференциях
	Умеет осуществлять отбор, систематизацию, анализ и оценку современных достижений для решения поставленных задач
	Владеет навыками критической оценки полученных результатов для обоснования выбора оптимальной стратегии решения исследовательских и практических задач
ПК.4.1 Формирование новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок ПК.4.2 Координация	Знает новые научные результаты по выбранной тематике научных исследований
	Иметь навыки использования практических приемов и методов оптимального проектирования реальных строительных конструкций с использованием современных программ, а также приемами регулирования усилий в несущих конструкциях зданий и сооружений.
	Владеет навыками применения выбранных методов к решению научных задач
ПК.4.2 Координация деятельности соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями	Знает классические и современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований
	Умеет осуществлять отбор, систематизацию, анализ и оценку современных достижений для решения поставленных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	Владеет навыками критической оценки полученных результатов для обоснования выбора оптимальной стратегии решения исследовательских и практических задач
ПК.4.3 Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Знает способы представления научной информации при осуществлении академической и профессиональной коммуникации
	Иметь навыки расчета различных зданий и сооружений на основании требований современной нормативно-технической литературы, обладать знаниями в области постановки и решения задач оптимизации и регулирования зданий и сооружений и навыками использования существующих программных комплексов для решения поставленных задач
	Владеет навыками подготовки докладов и выступлений на научно-тематических конференциях

Применяются следующие методы интерактивного обучения: семинар-беседа, семинар-дискуссия.

## 2. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы или 72 академических часа.

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Пр	Практические работы
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						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Оптимизация гидротехнических сооружений	А	-	-	36	-	36	-	УО-1; УО-3; ПР-3; ПР-6; ПР-12; ПР-13
2	Оптимизация строительных конструкций, изделий	В	-	-	36	-	36	-	УО-1; УО-3; ПР-3; ПР-6; ПР-12;

	и узлов								ПР-13
	Итого:		-	-	36	-	36	-	

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Теоретическая часть не предусмотрена.

## II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Практические занятия (72 час.)

#### Семестр А (36 час.)

#### **Занятие 1. Семинар-беседа. Основные понятия и постановки задач оптимизации (2 час.)**

Цели и задачи проектирования конструкций. Стадии проектирования. Понятия оптимального и рационального проектного решения.

Постановки задач параметрической оптимизации. Критерии оптимальности. Функция цели, ограничения и уравнения состояния конструкций.

#### **Занятие 2. Семинар-дискуссия. Основные математические понятия и методы оптимизации (2 час.)**

Экстремум функций одной и нескольких переменных. Глобальный и локальный экстремум. Понятие градиента функции производной по направлению. Классификация методов безусловной оптимизации. Метод покоординатного спуска. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряжённых градиентов.

Методы условной оптимизации. Метод неопределённых множителей Лагранжа. Методы штрафных функций.

#### **Занятие 3. Семинар-дискуссия. Основные понятия линейного программирования (2 час.)**

Линейное программирование. Вид целевой функций и ограничений. Разделение неизвестных на базисные и свободные. Условия оптимальности решения для целевой функции. Понятие об области допустимых значений и поверхности уровня. Графическая интерпретация задачи линейного программирования. Понятие о симплекс-методе. Применение линейного программирования к расчёту строительных конструкций.

#### **Занятие 4. Семинар-дискуссия. Формулировка задачи оптимизации стержневой системы по стадии пластического разрушения как задачи линейного программирования (2 час.)**

Задача оптимизации стержневой системы по стадии пластического разрушения (метод предельного равновесия). Понятия пластического шарнира и предельного момента. Формулировка задачи оптимизации как задачи линейного программирования. Статическая и кинематическая формулировки, их двойственность. Множественность решений.

## **Занятие 5. Семинар-дискуссия. Многокритериальное и динамическое программирование (2 час.)**

Понятие о многокритериальной оптимизации. Множество Парето.

Понятие о динамическом программировании. Основные понятия. Алгоритмы поиска оптимальных конструкций. Функция Белмана. Применение динамического программирования для проектирования конструкций.

## **Занятие 6. Семинар-дискуссия. Регулирование усилий в строительных конструкциях (2 час.)**

Оптимизация строительных конструкций на основе регулирования усилий. Регулирование усилий путём изменения геометрической схемы, созданием предварительного напряжения, изменение жесткостей, изменением способа передачи нагрузки, выбором способа монтажа.

## **Занятие 7. Проблема выбора и основы теории принятия управленческих решений (4 час.)**

Проблема выбора (толкование проблемы выбора, структура проблемы выбора, формализация и примеры).

Классификация проблемных ситуаций и их особенности. Типы управленческих решений и основные этапы их принятия.

Общая схема принятия рационального решения.

## **Занятие 8. Задачи, приводящие к задаче линейного программирования (4 час.)**

Общая постановка и формализация задачи о смесях, задачи об оптимальном распределении ресурсов, задачи о выборе оптимальной технологии, задачи о назначениях, транспортной задачи и задачи составления расписания движения транспорта

Задачная ситуация о выборе оптимального решения из заданного множества решений, формализация задачной ситуации, математическая модель задачи линейного программирования и ее связь с проблемой выбора

## **Занятие 9. Линейные модели и основы линейного программирования (4 час.)**

Формы представления ЗЛП (развернутая, матричная, векторная), термины задачи ЛП (целевая функция, допустимое множество решений, оптимальное решение)

каноническая форма ЗЛП, способ перевода общей задачи ЛП к каноническому виду

Геометрическая интерпретация задачи ЛП (типы допустимых множеств решений, поле целевых решений, множество опорных решений)

Свойства решений задачи линейного программирования. Графический способ решения ЗЛП

Симплексный метод решения задачи ЛП (общая идея метода, условия применения метода, условие оптимальности опорного плана, способ перехода к

не худшему опорному плану, симплекс-таблицы). Анализ решения ЗЛП, полученного симплекс-методом

Двойственность в линейном программировании (понятие двойственности, построение двойственных моделей, свойства двойственных задач и критерий их оптимальности). Экономический смысл решения двойственной задачи. Анализ на чувствительность. Анализ на устойчивость.  Метод искусственного базиса.

### **Занятие 10. Основы теории матричных игр (4 час.)**

Теория игр (основные понятия, классификация игр, задачи теории игр), общая модель игры двух лиц с противоположными интересами, матричные игры с нулевой суммой.

Геометрическая интерпретация игр  $(2 \times 2)$ ,  $(2 \times N)$ ,  $(M \times 2)$ . Геометрический способ решения.

Чистые и смешанные стратегии и их свойства, седловая точка. Приведение матричной игры к ЗЛП.

Статистические игры, критерии для принятия решений. Примеры постановки игровых задач в приложениях: азартные игры, экономика, экология, военное дело.

### **Занятие 11. Нелинейные модели и основы нелинейного программирования (4 час.)**

Задачная ситуация нелинейного программирования, формализация задачной ситуации, математическая модель задачи нелинейного программирования. Геометрическая интерпретация задачи нелинейного программирования, геометрический способ решения

необходимые и достаточные условия минимума гладких функций одной и нескольких переменных;

Метод множителей Лагранжа (условия применимости, алгоритм метода, проблемы, связанные с методом). Выпуклое программирование. Общая постановка задачи. Методы решения. Теорема Куна - Таккера. Функция Лагранжа;

Основные численные методы безусловной минимизации (методы нулевого, первого и второго порядка). Градиентные методы, метод сглаживания линейными сплайнами).

### **Занятие 12. Обзор специальных задач линейного программирования. Оптимизация на графах (2 час.)**

Целочисленные задачи линейного программирования

Задача дробно-линейного программирования

Задача параметрического программирования

Оптимизация на графах

### **Занятие 13. Простейшая задача вариационного исчисления; уравнение Эйлера (2 час.)**

Постановка задачи вариационного исчисления

Методы решения задачи вариационного исчисления



Уравнение Эйлера и его применение.

### **Семестр Б (36 час.)**

#### **Занятие 1. Понятие о задачах регулирования НДС конструкций (6 час.)**

Понятие о задачах регулирования напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций. Регулируемые параметры. Типы регуляторов. Пассивное и активное регулирование. Условия регулирования. Ограничения в задачах регулирования НДС конструкций и систем. Линейные и нелинейные задачи регулирования НДС. Примеры постановки и решения задач регулирования НДС конструкций и систем.

Основные составляющие математического описания задач параметрической оптимизации конструкций и систем

Варьируемые параметры. Критерии оптимальности. Формирование ограничений строительного проектирования.

Методы и алгоритмы решения формируемых безусловно и условно-экстремальных задач оптимизации строительных конструкций и систем

Эффективные методы безусловной минимизации. Метод деформируемого многогранника. Метод  $\Psi$ -преобразования. Метод подвижного внешнего штрафа в задачах условной минимизации.

Основные итерационные схемы ОСК

Использование многоуровневости и поэтапности при организации итерационных процессов ОСК.

Разделение варьируемых параметров на уровни. Двух и трех-уровневые процессы оптимизации конструкций и систем. Поэтапный учет ограничений строительного проектирования.

Аппроксимация параметров состояния конструкций

Локальный и глобальный подходы. Методы анализа чувствительности. Среднеквадратичное приближение ортонормированными полиномами Лежандра. Квазилинеаризация в подобластях.

Преобразование исходной задачи оптимизации конструкций на итерациях.

Методы декомпозиции пространства проектирования. Обобщение переменных проектирования..

Направленное обобщение переменных параметров сечений по нагруженности и удельной деформированности групп элементов.

Особенности постановки и алгоритмы решения задач оптимизации строительных конструкций при динамическом нагружении

#### **Занятие 2. Постановка и решение задач оптимизации строительных конструкций при ограничениях на частоты собственных колебаний (4 час.)**

Постановка и решение конечномерных задач расчета и оптимизации конструкций при действии гармонических и импульсных нагрузок. Учет демпфирования в расчетах и оптимальном проектировании динамически нагруженных конструкций. Особенности проведения процедур аппроксимации параметров состояния и поиска оптимального решения при динамическом нагружении конструкций.

Примеры постановки и решения задач оптимизации конструкций.

Оптимизация стальных рам с элементами переменного двутаврового сечения. Оптимизация ядер жесткости зданий со связевым железобетонным каркасом. Оптимизация большепролетных ребристых плит на основе древесины. Оптимизация стальных несущих рам многоэтажных каркасов при действии статической и импульсной нагрузок.

### **Занятие 3. Сжатый стержень. Семинар-дискуссия (2 час.)**

Равно напряжённый сжатый стержень под действием сил собственного веса.

Закон изменения поперечного сечения по длине стержня и его практическая реализация.

Кручение стержней с различной формой поперечного сечения. Оптимальная форма поперечного сечения стержня при кручении.

Рациональные формы поперечных сечений балок, выполненных из пластичного материала

### **Занятие 4. Оптимизация балок. Семинар-дискуссия (4 час.)**

Рациональные формы поперечных сечений балок, выполненных из хрупкого материала. Оптимальное расположение балки.

Балки равного сопротивления. Основные принципы их проектирования.

Снижение материалоемкости балок путем оптимизации эпюры моментов.

Снижение материалоемкости балок путем оптимизации поперечного сечения.

Регулирование усилий в балках путем смещения опор. Оценка экономии материала.

Регулирование перемещений в балках путем подбора жесткостей.

### **Занятие 5. Оптимизация стержневых систем. Семинар-дискуссия. (6 час.)**

Проектирование конструкций минимальной стоимости, работающих на растяжение-сжатие, как задача о безусловном минимуме функции одного переменного.

Минимизация объема стержневой системы, работающей на растяжение-сжатие, с учетом потери устойчивости стержней как задача на условный экстремум. Использование функции Лагранжа.

Задача о критическом значении силы, сжимающей стержень, как вариационная задача о безусловном минимуме потенциальной энергии системы.

Минимизация объема балки при условии жесткости как задача на условный экстремум функционала.

Определение несущей способности стержневой конструкции как задача линейного программирования. Графический способ решения.

Минимизация объема фермы как задача нелинейного программирования.

Система условий задачи в пространстве площадей и в пространстве напряжений. Процедура решения задачи. Варианты конструкций минимального объема.

**Занятие 6. Оптимизация распределения заказов для строительства промышленного комплекса как задача линейного программирования. Семинар-дискуссия (2 час.)**

Планирование транспортной магистрали с минимизацией общих расходов на перевозки как задача динамического программирования.

**Занятие 7. Понятие о задачах регулирования НДС конструкций (2 час.)**

Понятие о задачах регулирования напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций. Регулируемые параметры. Типы регуляторов. Пассивное и активное регулирование.

**Занятие 8. Условия регулирования (2 час.)**

Ограничения в задачах регулирования НДС конструкций и систем. Линейные и нелинейные задачи регулирования НДС. Примеры постановки и решения задач регулирования НДС конструкций и систем.

**Занятие 9. Особенности постановки и алгоритмы решения задач оптимизации строительных конструкций при динамическом нагружении (2 час.)**

Постановка и решение задач оптимизации строительных конструкций при ограничениях на частоты собственных колебаний. Постановка и решение конечномерных задач расчета и оптимизации конструкций при действии гармонических и импульсных нагрузок.

**Занятие 10. Учет демпфирования в расчетах и оптимальном проектировании (2 час.)**

Учет демпфирования в расчетах и оптимальном проектировании динамически нагруженных конструкций. Особенности проведения процедур аппроксимации параметров состояния и поиска оптимального решения при динамическом нагружении конструкций.

**Занятие 11. Оптимизация большепролетных ребристых плит (2 час.)**

Оптимизация большепролетных ребристых плит на основе древесины. Оптимизация стальных несущих рам многоэтажных каркасов при действии статической и импульсной нагрузок.

**Занятие 12. Примеры постановки и решения задач оптимизации строительных конструкций (2 час.)**

Оптимизация стальных рам с элементами переменного двутаврового сечения. Оптимизация ядер жесткости зданий со связевым железобетонным каркасом.

### **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, час.	Форма контроля
Семестр 5. Раздел 1				
1	В течение семестра	Подготовка к занятиям, изучение литературы	5	Работа на занятиях (ПР-6)
2	1-6 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 1	8	УО-1 (собеседование/устный опрос)
3	7-9 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 2	8	ПР-3 (эссе)
4	10-12 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 2	8	УО-3 (презентация/сообщение)
5	13-15 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 3	8	ПР-3 (эссе)
6	10-12 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 4	8	УО-3 (презентация/сообщение)
7	16-18 неделя семестра	Подготовка к экзамену	27	Экзамен
Итого			45	

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

*Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратит внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

*Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ <http://www.dvfu.ru/library/> и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования электронных библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при написании эссе, рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

**Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

*Самостоятельная работа № 1.* От обучающегося требуется:

1. Свободно ориентироваться в геологическом времени.
2. Знать названия всех эпох и периодов геологической истории Земли.

Геохронологическая шкала размещена во всех учебниках по общей геологии.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности по названию периода, его времени и длительности.

*Самостоятельная работа № 3.* Отчет по теме осуществляется в форме эссе. Эссе, как оценочное средство, позволяет оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленного вопроса, самостоятельно проводить анализ, формулировать выводы. Эссе предоставляется в письменном виде. Методические рекомендации по написанию эссе представлены ниже.

Критерии оценки.

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Эссе характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
«не зачтено»	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники. Эссе не выполнено.

### **Методические рекомендации по написанию эссе**

Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы,

включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться.

В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

*Структура эссе:*

1) Тема

2) Введение - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически. На этом этапе очень важно правильно сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.

При работе над введением могут помочь ответы на следующие вопросы: «Надо ли давать определения терминам, прозвучавшим в теме эссе?», «Почему тема, которую я раскрываю, является важной в настоящий момент?», «Какие понятия будут вовлечены в мои рассуждения по теме?», «Могу ли я разделить тему на несколько более мелких подтем?».

3) Основная часть - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса. Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ.

Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы. В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий: причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства - совершенно необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой

подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании.

Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить. Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4) Заключение - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Эссе должно подчиняться общепринятым нормам, а именно, сохранности структуры:

1. Вступление (20% к общему объему работы)
2. Основная часть (тезис ↔ аргумент, 60%)
3. Заключение (20%)

На первоначальном этапе, эссе можно выполнять по инструкции, которая поможет структурировать работу. Условно разделим написание эссе на три этапа.

I этап «Введение-объяснение». Идет обоснование выбора темы, ее актуальность. Напомним, что на этом этапе, тип речи - рассуждение. (Например, я хочу познать новое; я хочу обогатить знания; я знаю, что это интересный географический объект, но я о нем мало знаю); личный опыт (я был на этой реке, читал о ней, видел по телевизору передачу...).

II этап «Основная часть эссе» - аргументированное раскрытие темы на основе собранного материала, в основной части раскрывается главная мысль, которую желательно подкрепить точными фактами, яркими описаниями. Например, описание глобальной проблемы человечества по плану:

- Причины появления проблемы
- Соотношение проблемы к мировой
- Факты, подчеркивающие о состоянии проблемы на современном этапе
- Решение глобальной проблемы на уровне государств

III этап «Заключение». В заключении необходимо выделить главную мысль эссе. Надо найти самую эффективную фразу, мысль, цитату – такую, которой можно было бы .... закончить работу.

Примечание: Не нужно ставить цифры и отвечать на пункты плана, изложение должно быть логическим, но каждый пункт плана может быть выделен новым абзацем. Каждый абзац – предыдущий и последующий – должны быть связаны между собой. Так достигается целостность работы. Не надо забывать о том, что эссе присуще эмоциональность и художественность изложения. Напомним, что эссе – это самостоятельная письменная работа, ваши рассуждения о проблеме, ваше видение проблемы.

Важно помнить, что главное в эссе – это наличие и умение оперировать географическими фактами, которые будут являться аргументами, опровергающими или подтверждающими выдвинутый тезис.



Примерные клише, которые можно использовать при написании эссе:

*Вступление*

Я согласен с данным мнением...

Нельзя не согласиться с мнением...

Задумываясь над этой фразой, приходишь к выводу, что...

Для меня эта фраза – ключ к пониманию...

Я не могу присоединиться к этому утверждению, так как...

*Основная часть*

Существует несколько подходов к данной работе...

Во-первых..., во-вторых..., в-третьих...

Следует отметить, что...

С одной стороны...

С другой стороны...

*Заключение*

Исходя из вышесказанного...

Подводим итог размышлению...

Итак, ...

Таким образом, ...

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел I. Инженерная экология	ОПК-1.1 ??	Знает: новые научные результаты по выбранной тематике научных исследований	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-3 эссе	вопросы к зачету 1-24, 41-50
			Умеет: правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы, оценивать значимость результатов с точки зрения их результативности и применимости	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
			Владеет: навыками применения выбранных методов к решению научных задач	ПР-12 контрольно-расчетная работа	
		ОПК-1.2	Знает: классические и современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 1-24, 41-50
Умеет: осуществлять отбор, систематизацию, анализ и оценку современных достижений для решения поставленных задач	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа				

			Владет: навыками критической оценки полученных результатов для обоснования выбора оптимальной стратегии решения исследовательских и практических задач	ПР-6 лабораторная работа; ПР-12 контрольно-расчетная работа	
		ПК-1.3 Принимает участие и выступает на научно-тематических конференциях	Знает: способы представления научной информации при осуществлении академической и профессиональной коммуникации	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету  1-24, 41-50
			Умеет: представлять и обсуждать новые достижения и научные результаты в рамках научно-тематических конференций	ПР-3 эссе; ПР-13 творческое задание	
			Владет: навыками подготовки докладов и выступлений на научно-тематических конференциях	ПР-3 эссе; ПР-13 творческое задание	
2	Раздел 2. Ресурсосбережение		Знает	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-3 эссе	вопросы к зачету 36-40
			Умеет	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
			Владет	ПР-6 лабораторная работа; ПР-12 контрольно-расчетная работа	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

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

### **Основная литература**

1. Андросова, Г.М. Моделирование и оптимизация процессов [Электронный ре-сурс]: учебное пособие/ Г.М. Андросова, Е.В. Косова. — Электрон. текстовые данные. Омск: Омский государственный технический университет, 2017. 107 с.

<http://www.iprbookshop.ru/78444.html>.

2. Токарев, В. В. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. В. Токарев. Москва : Юрайт, 2020. 440 с. Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/454017>

3. Литовка Ю.В. Получение оптимальных проектных решений и их анализ с использованием математических моделей [Электронный ресурс]: учебное пособие / Литовка Ю.В. – Электрон. текстовые данные. Тамбов: Тамбовский гос. тех. ун-т, ЭБС АСВ, 2012. 161 с. Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=64159>. БИБИОКОМПЛЕКТАТОР, по паролю.

### **Дополнительная литература**

4. Сухарев А.Г. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров: Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. Москва : Юрайт, 2014. 367 с

5. 5. Шеин А. И., Земцова О. Г. Оптимизация строительных конструкций. Основы теории и примеры расчета : учебное пособие / А. И. Шеин, О. Г. Земцова. Пенза: Издательство ПГУАС, 2014. 123 с.

6. 6. Перельмутер А. В. Управление поведением несущих конструкций. Москва : Изд-во АСВ, 2011. 184 с.

Поляк Б. Т. Введение в оптимизацию / Б. Т. Поляк. Москва: URSS: ЛЕНАНД, 2014. - 386 с.

3. Шеин А. И., Земцова О. Г. Оптимизация строительных конструкций. Основы теории и примеры расчета. Учебное пособие / А. И. Шеин, О. Г. Земцова. - Пенза: издательство ПГУАС, 2014. 123 с.

4. Перельмутер А. В. Управление поведением несущих конструкций. – М., Издательство АСВ, 2011. 184 с.

5. Сухарев А.Г. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров: Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. Москва : Юрайт, 2014. 367 с

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

## «Интернет»

Нормативно-правовая база научно-технической и инновационной деятельности  
<http://www.sci-innov.ru/law/>

Все для студента <https://www.twirpx.com/>

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

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

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Геоинформационные сервисы <https://habr.com/ru/hub/geo/>

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

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Федеральный портал «Российское Образование». Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. География. [http://fcior.edu.ru/catalog/os-novnoe\\_obshee?discipline\\_oo=16&class=&learning\\_character=&accessibility\\_restriction=](http://fcior.edu.ru/catalog/os-novnoe_obshee?discipline_oo=16&class=&learning_character=&accessibility_restriction=)
4. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие

формы работ: практические занятия, задания для самостоятельной работы.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к зачету.** К сдаче зачета допускаются обучающиеся, выполнившие все задания, предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

#### ***Требования к допуску на зачет/экзамен***

Для допуска к зачету/экзамену студент должен:

- обязательно посещать занятия (для очной формы обучения);
- 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);
- защитить расчетно-графические работы (при наличии в учебном плане);

- защитить курсовую работу или курсовой проект (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 зачета или экзамена.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, г. Владивосток, остров Русский, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 502. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	
690922, г. Владивосток, остров Русский, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	

Для освоения дисциплины требуется наличие настенных географических карт, атласы, наборы контурных карт.

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации

самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Для дисциплины используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)
2. Контрольно-расчетная работа (ПР-12)

Письменные работы:

1. Эссе (ПР-3)
2. Презентация эссе (УО-3)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – 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.

Презентация / сообщение (УО-3) – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

### **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Эссе (ПР-3) – средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Контрольно-расчетная работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

Творческое задание (ПР-13) – частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

#### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «\_\_\_\_\_» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачет (2-й, весенний семестр). Зачет по дисциплине включает



ответы на 2 вопроса. Один из вопросов носит общий характер. Он направлен на раскрытие студентом знаний по «сквозным» вопросам и проблемам геоморфологии и геологии. Второй вопрос касается процессов формирования рельефа и их результатов.

### **Методические указания по сдаче зачета**

Зачет принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять зачет в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения зачета (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено».

В зачетную книжку студента вносится только запись «зачтено», запись «не зачтено» вносится только в экзаменационную ведомость. При неявке студента на зачет в ведомости делается запись «не явился».

### **Семестр А. Вопросы к зачету**

1. Постановка задачи оптимизации. Классификация задач оптимизации.
2. Понятие о численных методах оптимизации. Сходимость методов оптимизации. Условия останковки (критерии окончания счета).
3. Методы одномерной минимизации. Понятие унимодальной функции. Методы минимизации 0-го порядка (метод дихотомии, метод Фибоначчи, метод золотого сечения, метод квадратичной интерполяции (парабол), метод перебора (усовершенствованный)).
4. Методы одномерной минимизации. Понятие унимодальной функции. Методы минимизации 1-го порядка (метод деления пополам). Методы минимизации 2-го порядка (метод Ньютона).
5. Численные методы минимизации многоэкстремальных функций.
6. Методы многомерной безусловной минимизации. Градиентные методы.
7. Методы многомерной безусловной минимизации. Метод покоординатного спуска.
8. Методы многомерной безусловной минимизации. Метод случайного поиска. Метод Ньютона.
9. Выпуклые множества. Выпуклые оболочки. Выпуклые конусы и полярность. Многогранные множества.
10. Экстремальные точки и экстремальные направления.
11. Линейное программирование. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. Двойственные задачи линейного программирования. Основные теоремы линейного программирования.
12. Симплексный метод решения задачи линейного программирования.

13. Табличное представление симплекс – метода. Выбор начальной экстремальной точки задачи линейного программирования.
14. Устойчивость решений задачи линейного программирования.
15. Транспортная задача. Определение опорного плана транспортной задачи методом северо-западного угла. Метод потенциалов.
16. Задачи условной оптимизации. Метод штрафных функций.
17. Задачи условной оптимизации. Метод барьерных функций.
18. Задачи дискретной оптимизации. Алгоритм Лэнд и Дойга.
19. Разбиение графа на подграфы с минимальной связностью.
20. Элементы теории игр. Основные понятия и определения. Классификация игр. Описание игр. Игра в нормальной форме.
21. Игры двух участников с нулевой суммой. Игры двух участников с ненулевой суммой.
22. Задачи векторной оптимизации. Основные понятия и определения.
23. Методы решения задач многокритериальной оптимизации. Метод «обобщенного критерия». Основные виды сверток.
24. Метод «обобщенного критерия». Методы определения весовых коэффициентов (метод относительного разброса, метод попарных приоритетов.)
25. Метод «обобщенного критерия». Методы определения весовых коэффициентов (метод максимального и минимального элемента, метод интервалов).
26. Решение задач векторной оптимизации при наличии дополнительной информации о важности частных критериев оптимальности (метод выделения главного критерия, метод последовательной оптимизации с учетом жесткого приоритета).
27. Решение задач векторной оптимизации при наличии дополнительной информации о важности частных критериев оптимальности (метод последовательных уступок, метод равенства частных критериев).
28. Решение задач векторной оптимизации при наличии дополнительной информации о важности частных критериев оптимальности (метод квазиравенства частных критериев оптимальности, метод гарантированного результата).

29. Поиск оптимально-компромиссного решения в области компромиссов.
  30. Динамическое программирование. Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана.
  31. Динамическое программирование. Оптимизация дискретных систем.
  32. Оптимальное управление. Определение оптимального управления. Способы задания функционала. Способы задания ограничений. Способы задания краевых условий.
  33. Многокритериальная задача линейного программирования. Область Парето.
  34. Проблемные ситуации и их классификация. Способы решений проблемных ситуаций
  35. Этапы принятия рационального решения
  36. Общая задача линейного программирования (целевая функция, ограничения, план задачи, допустимое множество, оптимальное решение)
  37. Задача о смесях (о диете, о рационе). Задача о наилучшем использовании ресурсов
  38. Задача о распределении персонала (о назначениях). Транспортная задача открытого и закрытого типа
  39. Формы записи задачи линейного программирования
  40. Линейное векторное пространство. Линейная зависимость векторов.
- Ранг.
41. Понятие базиса системы. Базисное и опорное решение системы.
  42. Отыскание исходного опорного базиса. Переход от одного опорного решения к другому
  43. Каноническая форма задачи линейного программирования. Приведение задачи линейного программирования к канонической форме
  44. Геометрический смысл задачи линейного программирования
  45. Свойства решений задачи линейного программирования
  46. Условие существования оптимального решения задачи линейного программирования

47. Метод прямого перебора решения ЗЛП
48. Основная идея симплекс-метода решения ЗЛП и ее теоретическое обоснование
49. Теорема о возможности улучшения опорного решения задачи ЛП
50. Условие применимости симплекс-метода и теорема о неограниченности целевой функции на ОДЗ
51. Структура симплекс таблицы
52. Алгоритм симплексного метода решения ЗЛП. Контроль за правильностью решения ЗЛП симплекс-методом
53. Понятие о вырождении. Причины зацикливания в симплекс-методе
54. Понятие двойственности в линейном программировании. Правила построения двойственных задач
55. Леммы и теоремы двойственности
56. Применение двойственных задач. Связь между решениями прямой и двойственной задачи на примере пары симметричных задач
57. Экономическая интерпретация двойственных задач (на примере). Экономический смысл 1-й теоремы двойственности
58. Анализ моделей на устойчивость и чувствительность
59. Метод искусственного базиса
60. Основные понятия теории игр
61. Антагонистические игры, седловая точка
62. Чистые и смешанные стратегии матричных игр с нулевой суммой, платежная функция
63. Теорема о необходимом и достаточном условии существования решения антагонистической игры
64. Правила упрощения матричной игры
65. Решение матричной игры  $2 \times 2$
66. Геометрическое решение матричной игры  $M \times 2$ ,  $2 \times N$
67. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования
68. Статистические игры. Критерии для принятия решений

69. Общая постановка задачи нелинейного программирования
70. Геометрическая интерпретация задачи нелинейного программирования
71. Геометрический способ решения задачи нелинейного программирования
72. Глобальный (абсолютный) и локальный экстремум функции. Условный экстремум функции
73. Метод неопределенных множителей Лагранжа
74. Определение выпуклой и вогнутой функции
75. Общая постановка задачи выпуклого программирования. Теорема о существовании решения задачи ВП.
76. Седловая точка функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера (формулировка)
77. Методы нулевого, первого и второго порядка решения задачи нелинейного программирования
78. Основная идея градиентных методов решения ЗНЛП
79. Метод Франка-Вульфа
80. Метод штрафных функций
81. Метод наискорейшего спуска
82. Определение сепарабельной функции
83. Кусочно-линейная аппроксимация
84. Задача целочисленного программирования, методы ее решения
85. Задача дробно-линейного программирования, геометрическая интерпретация и метод решения
86. Постановка задачи параметрического программирования и принципы ее решения
87. Оптимизация на графах
88. Задача вариационного исчисления
56. Функция Эйлера.

### **Семестр В. Вопросы к зачету**

1. Понятие о задачах оптимизации строительных конструкций и

сооружений (ОСКиС). Общее математическое описание задач ОСКиС.

2. Варьируемые параметры в задачах ОСКиС
3. Критерии оптимальности строительных конструкций и сооружений.
4. Ограничения строительного проектирования.
5. Эффективные методы безусловной минимизации. Метод золотого сечения. Метод деформируемого многогранника
6. Эффективные методы условной минимизации. Метод подвижного внешнего штрафа в задачах условной минимизации.
7. Понятие о многокритериальных задачах ОСКиС.
8. Аппроксимация параметров состояния конструкций и сооружений.

Локальный и глобальный подходы.

9. Понятие о методах декомпозиции исходных задач ОСКиС.
10. Основные итерационные схемы процессов ОСКиС.
11. Особенности постановки и алгоритмов решения задач оптимизации для основных типов строительных конструкций
12. Оптимизация стальной неразрезной фермы.
13. Оптимизация стальных рам с элементами двутаврового сечения при линейно меняющейся высоте стенки.
14. Задача оптимизация гармонически нагруженной многопролетной балки.
15. Постановка задач оптимизации стержневых систем при импульсном нагружении.
16. Постановка задачи оптимизации ядер жесткости связевых ж/б каркасов высотных зданий.
17. Алгоритм оптимизации сжато-изогнутых ребристых панелей на основе древесины.
18. Перспективы развития теории оптимального проектирования строительных конструкций и сооружений.
19. Понятия оптимального и рационального проектного решения.
20. Постановки задач параметрической оптимизации. Критерии оптимальности. Функция цели, ограничения и уравнения состояния

конструкций.

21. Математические формулировки задач оптимизации. Нелинейное программирование. Линейное программирование.

22. Экстремум функций одной и нескольких переменных. Глобальный и локальный экстремум. Понятие градиента функции и производной по направлению.

23. Классификация методов безусловной оптимизации. Метод покоординатного спуска. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряжённых градиентов.

24. Методы условной оптимизации. Метод неопределённых множителей Лагранжа. Методы штрафных функций.

25. Линейное программирование. Геометрический метод. Понятие о симплекс-методе.

26. Задача оптимизации стержневой системы по стадии пластического разрушения (метод предельного равновесия).

27. Понятие о многокритериальной оптимизации. Множество Парето.

28. Понятие о динамическом программировании. Функция и уравнение Беллмана.

29. Регулирование усилий и перемещений. Цели и способы регулирования.

30. Понятие о задачах регулирования напряженно-деформированного состояния (НДС) строительных конструкций.

31. Регулируемые параметры. Типы регуляторов. Пассивное и активное регулирование.

32. Условия регулирования. Ограничения в задачах регулирования НДС конструкций и систем.

33. Линейные и нелинейные задачи регулирования НДС.

34. Примеры постановки и решения задач регулирования НДС конструкций и систем.

35. Понятие о задачах оптимизации строительных конструкций (ОСК). Общее математическое описание задач ОСК.



36. Варьируемые параметры в задачах ОСК
37. Критерии оптимальности строительных конструкций.
38. Формирование ограничений строительного проектирования.

Ограничения по прочности.

39. Формирование ограничений по жесткости.
40. Формирование ограничений по устойчивости.
41. Формирование ограничений по частотам колебаний.
42. Эффективные методы безусловной минимизации. Метод золотого сечения. Метод деформируемого многогранника
43. Поиск глобального минимума. Метод  $\Psi$ – преобразования.
44. Эффективные методы условной минимизации. Метод подвижного внешнего штрафа в задачах условной минимизации.
45. Понятие о многокритериальных задачах оптимизации. Область Парето.
46. Алгоритмы решения многокритериальных задач оптимизации.
47. Аппроксимация параметров состояния конструкций. Локальный и глобальный подходы.
48. Прямой и вариационный методы анализа чувствительности параметров состояния конструкций.
49. Анализ чувствительности собственных частот и форм колебаний.
50. Методы глобальной аппроксимации параметров состояния конструкций.
51. Использование ортонормированных полиномов при глобальной аппроксимации параметров состояния конструкций. Детерминированный выбор точек аппроксимации.
52. Использование дробно–рациональных функций при аппроксимации параметров состояния конструкций.
53. Понятие о методах декомпозиции исходных задач ОСК.
54. Методы декомпозиции пространства проектирования. Направленное обобщение переменных проектирования.
55. Использование многоуровневости и поэтапности при построении итерационных процессов ОСК.

56. Основные итерационные схемы процессов ОСК.
57. Особенности постановки и алгоритмов решения задач оптимизации для основных типов строительных конструкций
58. Оптимизация стальной неразрезной фермы.
59. Оптимизация сечений элементов каркаса стальной градирни.
- Оптимизация стальной балки с гибкой стенкой.
60. Оптимизация центрально сжатой ж/б колонны
61. Постановка и алгоритм решения задачи оптимизации стальной фермы с поясами из тавров и перекрестной решеткой из одиночных уголков.
62. Оптимизация типовых серий фермы «Молодечно» из гнутых профилей с учетом работы сварных узловых соединений.
63. Оптимизация параметров сечений и жесткости узловых соединений рамы с элементами переменного двутаврового сечения.
64. Регулирование усилий и напряжений в элементах путем предварительного напряжения.
65. Оптимизация стальных рам с элементами двутаврового сечения при линейно меняющейся высоте стенки.
66. Задача оптимизация гармонически нагруженной многопролетной балки без использования и с использованием обобщения переменных проектирования.
- Сравнение результатов решения
67. Оптимизация геометрии и топологии стальной фермы (высота, число панелей).
68. Особенности формулировки и решения задач оптимизации двутавровых балок постоянного и переменного сечений на основе древесины.
69. Постановка задач оптимизации стержневых систем при импульсном нагружении.
70. Постановка задачи оптимизации ядер жесткости связевых ж/б каркасов высотных зданий.
71. Двухэтапный алгоритм оптимизации ядер жесткости связевых ж/б каркасов высотных, сложных в плане зданий.

72. Использование критериев минимума расхода арматуры на ядра каркаса и минимума отклонения центра жесткости здания от центра ветровых нагрузок. Учет произвольного направления ветра.

73. Постановка и алгоритм решения задачи оптимизации опорного шарнира из хаотически армированного стеклопластика

74. Оптимизация структуры нагельных узловых соединений в стержневых конструкциях на основе древесины.

75. Особенности деформирования древесины при растяжении и сжатии. Учет разномодульности и нелинейности при составлении ограничений строительного проектирования

76. Постановка задачи оптимизации большепролетных ребристых плит на основе древесины

77. Алгоритм оптимизации сжато-изогнутых ребристых панелей на основе древесины.

78. Перспективы развития теории оптимального проектирования строительных конструкций.

### **Критерии выставления оценки студенту на зачете**

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

<b>Оценка</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
<b>«зачтено»</b>	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
<b>«не зачтено»</b>	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

## **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, презентации, эссе, лабораторных работ, контрольно-расчетных работ, творческого задания) 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;

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### **Вопросы для собеседования / устного опроса**

#### **Семестр А. Модуль 1**

1. Постановки задач оптимального проектирования. Выбор модели, задание ограничений, построение оптимизируемого функционала.
2. Основные и вспомогательные управляющие функции в постановке задачи оптимизации конструкций.
3. Вариационные принципы для исключения дифференциальных связей в постановке задачи оптимального проектирования.
4. Приведение к задачам оптимизации конструкций с интегральными функционалами.

5. Вариационный подход, используемый при получении условий оптимальности в задаче оптимального проектирования.
  6. Необходимые условия оптимальности в задачах оптимального проектирования. Примеры.
  7. Двойственные задачи. Постановка двойственной задачи.
  8. Двойственные задачи. Анализ совместности прямой задачи.
- Двусторонние оценки оптимальных решений прямой и двойственной задач.
9. Задачи с неизвестными границами. Примеры, модели.
  10. Существование и единственность решения в задаче с неизвестными границами. Примеры.
  11. Достаточные условия оптимальности в задаче оптимального проектирования.
  12. Численные методы решения задач оптимального проектирования. Метод конформных отображений.
  13. Численные методы решения задач оптимального проектирования. Численная реализация метода конформных отображений. Примеры.
  14. Численные методы решения задач оптимального проектирования. Метод чувствительности.
  15. Численные методы решения задач оптимального проектирования. Локальные вариации границы. Учет изопериметрических ограничений.
  16. Численные методы решения задач оптимального проектирования. Улучшающие последовательности. Сходимость к оптимальной границе.
  17. Численные методы решения задач оптимального проектирования.
  - 18 Численная реализация метода чувствительности. Примеры. \_\_

### Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Аспирант обнаруживает незнание вопроса, неуверенно

	излагает ответ.
--	-----------------